

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043161

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H01G 4/12
B28B 1/30
B28B 3/02
B28B 11/00
C04B 35/00
H01F 17/00
H01F 41/04
H01G 4/30

(21)Application number : 2000-221169

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.07.2000

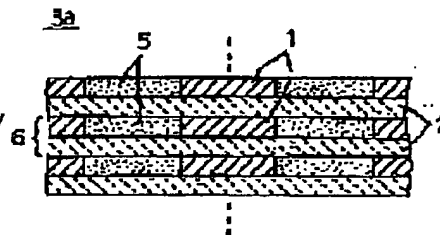
(72)Inventor : MIYAZAKI MAKOTO
TANAKA SATORU
KIMURA KOJI
KATO KOJI

(54) LAMINATED CERAMIC ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an internal electrode in a laminated ceramic capacitor, which is formed by baking a raw laminate, in which a ceramic green layer for absorbing a step is formed on a ceramic green sheet so as to substantially eliminate a step caused by the internal electrode, from being shifted or deformed.

SOLUTION: Elasticity of the ceramic green layer 5 for absorbing a step is made larger than that of the ceramic green sheet 2, to make the ceramic green layer 5 for step absorbing more resistant to deformation than the ceramic green sheet 2, when the raw laminate 3a is pressed, and thereby making the internal electrode 1 less likely to be deformed.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Ceramic slurry containing the ceramic powder end of the 1st, and the 1st organic binder.
Conductive paste.

A ceramic green sheet obtained by preparing ceramic paste containing the ceramic powder end of the 2nd, and the 2nd organic binder, respectively, and fabricating said ceramic slurry.

An internal-circuit-elements film formed by giving said conductive paste selectively so that a level difference by the thickness may be brought about on the principal surface of said ceramic green sheet.

A ceramic green layer for level difference absorption formed by giving said ceramic paste to a field in which it is on said principal surface of said ceramic green sheet, and said internal-circuit-elements film is not formed so that a level difference by thickness of said internal-circuit-elements film may be lost substantially.

It is a manufacturing method of a lamination type ceramic electronic component provided with the above, and an elastic modulus of said ceramic green layer for level difference absorption is carried out more than an elastic modulus of said ceramic green sheet.

[Claim 2]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to claim 1 in which what has an elastic modulus more than an elastic modulus of said 1st organic binder is used as said 2nd organic binder.

[Claim 3]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to claim 1 in which what has the glass transition temperature more than glass transition temperature of said 1st organic binder is used as said 2nd organic binder.

[Claim 4]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to any one of claims 1 to 3 to which an elastic modulus of said ceramic green layer for level difference absorption is adjusted with an addition of a plasticizer added by said ceramic paste.

[Claim 5]A primary dispersing process which carries out the distributed processing of the primary mixture in which said ceramic paste contains the ceramic powder end of said 2nd [the], and the 1st organic solvent at least, A secondary dispersing process which carries out the distributed processing of the secondary mixture which added said 2nd organic binder to said primary mixture which passed through said primary dispersing process at least, By heat-treating said secondary mixture after a process which includes the 2nd organic solvent of a high boiling point in said primary mixture and/or said secondary mixture from said 1st organic solvent, and said secondary dispersing process. A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to any one of claims 1 to 4 produced through a removal process which removes said 1st organic solvent selectively.

[Claim 6]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to any one of claims 1 to 5 which has the presentation substantially same said ceramic powder end of the 1st as said ceramic powder end of the 2nd.

[Claim 7]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to any one of claims 1 to 6 which is dielectric ceramic powder both the ceramic powder end of said 1st [the] and the 2nd.

[Claim 8]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to claim 7 is an internal electrode arranged so that electric capacity may be formed while said internal-circuit-elements film is mutual and in which said lamination type ceramic electronic component is a laminated ceramic capacitor.

[Claim 9]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to any one of claims 1 to 6 which it is in the end of magnetic body ceramic powder both the ceramic powder end of said 1st [the] and the 2nd.

[Claim 10]A manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component according to claim 9 said whose internal-circuit-elements film is a coil conductor film prolonged in a coiled form and in which said lamination type ceramic electronic component is a laminated inductor.

[Claim 11]A lamination type ceramic electronic component obtained by the manufacturing method according to any one of claims 1 to 10.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]In this invention, it is related with a lamination type ceramic electronic component and a manufacturing method for the same.

Therefore, in order to absorb the level difference resulting from the thickness of the internal-circuit-elements film especially formed between ceramic layers, it is related with a lamination type ceramic electronic component provided with the ceramic layer for level difference absorption formed with the negative pattern of an internal-circuit-elements membrane pattern, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]For example, when it is going to manufacture a lamination type ceramic electronic component like a laminated ceramic capacitor, two or more ceramic green sheets are prepared, and these ceramic green sheets are accumulated. On the specific ceramic green sheet, the conductor film for constituting a capacitor, resistance, an inductor, a barista, a filter, etc. and an internal-circuit-elements film like a resistor film are formed according to the function of a lamination type ceramic electronic component made profitably like.

[0003]Electronic equipment including mobile communications equipment in recent years, A miniaturization and a weight saving progress, and in such electronic equipment, when a lamination type ceramic electronic component is used as a circuit element, a miniaturization or slimming down, and a weight saving are strongly required also from such a lamination type ceramic electronic component. For example, in the case of the laminated ceramic capacitor, the demand of a miniaturization or slimming down, and large-scale-izing is increasing.

[0004]When it is going to manufacture a laminated ceramic capacitor, typically, Mix dielectric ceramic powder, an organic binder, a plasticizer and an organic system, or a drainage system solvent, and ceramic slurry is produced. This ceramic slurry on a base material like polyester film coated by silicone resin as a remover, etc., By fabricating so that a doctor blade method etc. may be applied, for example, it may become a sheet shaped several micrometers thick, a ceramic green sheet is produced, it ranks second, and this ceramic green sheet is dried.

[0005]Next, the internal electrode as an internal-circuit-elements film is formed on a ceramic green sheet by having two or more patterns which separated the interval mutually on the principal surface of the ceramic green sheet mentioned above, and screen-stencil giving conductive paste, and drying this. Some ceramic green sheets 2 in which it was distributed over two or more places as mentioned above, and the internal electrode 1 was formed are shown to drawing 7 by the top view.

[0006]Next, after the ceramic green sheet 2 exfoliates from a base material and is cut by the suitable size, as a part is shown in drawing 6. The raw layered product 3 is produced by accumulating only predetermined number of sheets and accumulating further only number of sheets predetermined in the ceramic green sheet which does not form the internal electrode in the upper and lower sides of this pile.

[0007]After this raw layered product 3 is pressed in a laminating direction, as shown in drawing 8, it is cut by the size which should serve as the layered product chip 4 for each laminated ceramic capacitor, and ranks second. After passing through a de binder process, a baking process is given and a laminated ceramic capacitor is completed by forming exterior electrodes eventually.

[0008]In such a laminated ceramic capacitor, in order to satisfy the demand to the miniaturization or slimming down, and large-scale-izing, it is necessary to attain increase of the number of laminations of the ceramic green sheet 2 and the internal electrode 1, and lamination of the ceramic green sheet 2.

[0009]However, between the portion in which the internal electrode 1 is located the more as a result of accumulation of each thickness of the internal electrode 1 the more above multilayering and lamination progress, and the portions which are not so, Or as the internal electrode 1 becomes more remarkable in a laminating direction in the difference of the thickness between the portion arranged comparatively and the portion which is not so, for example, it is shown in drawing 8, about the appearance of the obtained layered product chip 4, the modification that on the other hand the principal surface serves as convex will arise. [many]

[0010]In the portion in which the internal electrode 1 is not located if modification as shown in drawing 8 in the layered product chip 4 has arisen, or the portion in which only a small number of internal electrode 1 is arranged comparatively in the laminating direction, Since a comparatively big distortion is brought about in the case of [like a press operator] and the adhesion between the ceramic green sheets 2 is inferior, it is easy to generate defects, such as delamination and a minute crack, by the internal stress caused at the time of calcination.

[0011]Modification of the layered product chip 4 as shown in drawing 8 may cause the result made to transform the internal electrode 1 undesirably, and a short defect may produce it by this.

[0012]Such inconvenience is the cause of reducing the reliability of a laminated ceramic capacitor.

[0013]In order to solve the above problems, as shown in drawing 2, to the field in which the internal electrode 1 on the ceramic green sheet 2 is not formed, for example. Form the ceramic green layer 5 for level difference absorption, and by this ceramic green layer 5 for level difference absorption. Losing substantially the level difference by the thickness of the internal electrode 1 on the ceramic green sheet 2 is indicated to JP,56-94719A, JP,3-74820A, JP,9-106925A, etc., for example.

[0014]As mentioned above, by forming the ceramic green layer 5 for level difference absorption. Between the portion in which the internal electrode 1 is located when the raw layered product 3a is produced, as a part is shown in drawing 1, and the portions which are not so. Or as the difference of the thickness between the portion in which many internal electrodes 1 are arranged comparatively in the laminating direction, and the portion which is not so stops arising substantially and it is shown in drawing 3, in the obtained layered product chip 4a, it becomes difficult to produce undesirable modification as shown in drawing 8.

[0015]As a result, the reliability of the laminated ceramic capacitor which could make hard to produce problems, such as defects, such as delamination which was mentioned above, and a minute crack, and a short defect by modification of the internal electrode 1, and was obtained can be improved.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in spite of having adopted the method explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 mentioned above, modification of the internal electrode 1, a gap, or distortion may arise. And it turns out that it is easy to produce modification of this internal electrode 1 like the press operator for obtaining the layered product chip 4a.

[0017]The same problem encounters also in other lamination type saying other than a laminated ceramic capacitor (for example, a laminated inductor) ceramic electronic components.

[0018]Then, the purpose of this invention is to provide the lamination type ceramic electronic component obtained by the manufacturing method and this manufacturing method of the lamination type ceramic electronic component which can solve a problem which was mentioned above.

[0019]

[Means for Solving the Problem]This invention is first turned to a manufacturing method of a lamination type ceramic electronic component. In this manufacturing method, the following processes are carried out fundamentally.

[0020]First, ceramic slurry containing the ceramic powder end of the 1st and the 1st organic binder, conductive paste, and ceramic paste containing the ceramic powder end of the 2nd and the 2nd organic binder are prepared, respectively.

[0021]Next, a ceramic green sheet obtained by fabricating ceramic slurry. An internal-circuit-elements film formed by giving conductive paste selectively so that a level difference by the thickness may be brought about on the principal surface of a ceramic green sheet. Two or more composite structures provided with a ceramic green layer for level difference absorption formed by giving ceramic paste to a field in which it is on the principal surface of a ceramic green sheet, and an internal-circuit-elements film is not formed so that a level difference by thickness of an internal-circuit-elements film may be lost substantially are produced.

[0022]Next, a raw layered product is produced by accumulating a composite structure of these plurality and pressing in a laminating direction.

[0023]And a raw layered product is calcinated.

[0024]In a manufacturing method of a lamination type ceramic electronic component provided with such a fundamental process, in order to solve a technical technical problem mentioned above, an elastic modulus of a ceramic green layer for level difference absorption is characterized by being carried out more than an elastic modulus of a ceramic green sheet.

[0025]As mentioned above, in order to carry out an elastic modulus of a ceramic green layer for level difference absorption more than an elastic modulus of a ceramic green sheet. As the 2nd organic binder, what has an elastic modulus more than an elastic modulus of the 1st organic binder can be used, or what has the glass transition temperature more than glass transition temperature of the 1st organic binder can be used as the 2nd organic binder.

[0026]An elastic modulus of a ceramic green layer for level difference absorption can also be adjusted with an addition of a plasticizer added by ceramic paste.

[0027]In this invention, above-mentioned ceramic paste. A primary dispersing process which carries out the distributed processing of the primary mixture containing the ceramic powder end of the at least 2nd, and the 1st organic solvent. A secondary dispersing process which carries out the distributed processing of the secondary mixture which added the 2nd above-mentioned organic binder to a primary mixture which passed through a primary dispersing process at least. It is more preferred than the 1st organic solvent to be produced through a process which includes the 2nd organic solvent of a high boiling point in a primary mixture and/or a secondary mixture, and a removal process which removes the 1st organic solvent selectively by heat-treating a secondary mixture after a secondary dispersing process.

[0028]In this invention, it is preferred to have the substantially same presentation as the ceramic powder end of the 2nd the ceramic powder end of the 1st.

[0029]In a specific embodiment of this invention, it is dielectric ceramic powder both the ceramic powder end of the

1st and the 2nd it is contained in ceramic slurry and ceramic paste, respectively. In this case, when an internal-circuit-elements film is an internal electrode arranged so that electric capacity may be formed while it is mutual, a laminated ceramic capacitor can be manufactured.

[0030]It is in other specific embodiments of this invention in the end of magnetic body ceramic powder both the end of ceramic powder it is contained in ceramic slurry and ceramic paste, respectively. In this case, a laminated inductor can be manufactured when an internal-circuit-elements film is a coil conductor film prolonged in a coiled form.

[0031]This invention is turned also to a lamination type ceramic electronic component obtained again by a manufacturing method which was mentioned above.

[0032]

[Embodiment of the Invention]One embodiment of this invention is described about the manufacturing method of a laminated ceramic capacitor. The manufacturing method of the laminated ceramic capacitor by this embodiment can be explained referring to drawing 1 thru/or drawing 3 mentioned above.

[0033]The ceramic slurry which contains the 1st ceramic powder end for the ceramic green sheet 2, and the 1st organic binder in carrying out this embodiment. The ceramic paste containing the 2nd ceramic powder end for the conductive paste for the internal electrode 1 and the ceramic green layer 5 for level difference absorption and the 2nd organic binder is prepared, respectively. Each character of the 1st and 2nd organic binders is mentioned later. Conductive paste also usually contains the organic binder.

[0034]In order to obtain the ceramic green sheet 2 from above-mentioned ceramic slurry, on a base material (not shown) like polyester film coated by silicone resin as a remover, etc., Ceramic slurry is fabricated by a doctor blade method etc., and, subsequently is dried. After desiccation, each thickness of the ceramic green sheet 2 shall be several micrometers.

[0035]On the principal surface of the ceramic green sheet 2, after the internal electrode's 1 drying, it is formed with a thickness of about 1 micrometer, so that it may be distributed over two or more places. The internal electrode 1 gives conductive paste by screen-stencil etc., and is formed by drying this, for example. This internal electrode 1 has predetermined thickness, respectively, therefore the level difference by this thickness is brought about on the ceramic green sheet 2.

[0036]Next, it is on the principal surface of the ceramic green sheet 2, and the ceramic green layer 5 for level difference absorption is formed in the field in which the internal electrode 1 is not formed so that the level difference by the thickness of the internal electrode 1 mentioned above may be lost substantially. The ceramic green layer 5 for level difference absorption is formed by having a negative pattern of the internal electrode 1 and giving the ceramic paste mentioned above by screen-stencil etc., and, subsequently is dried.

[0037]After forming the ceramic green layer 5 for level difference absorption, it may be made have formed the ceramic green layer 5 for level difference absorption in the explanation mentioned above, after forming the internal electrode 1, but to form the internal electrode 1 conversely.

[0038]As mentioned above, the composite structure 6 in which the internal electrode 1 and the ceramic green layer 5 for level difference absorption were formed on the ceramic green sheet 2 as shown in drawing 2. More than one are prepared, these composite structures 6 are cut by the suitable size, and only predetermined number of sheets is accumulated. By accumulating the ceramic green sheet in which the internal electrode and the ceramic green layer for level difference absorption furthermore are not formed in the upper and lower sides, the raw layered product 3a as shows drawing 1 a part is produced.

[0039]After this raw layered product 3a is pressed in a laminating direction, as shown in drawing 3, it is cut by the size which should serve as the layered product chip 4a for each laminated ceramic capacitor, and ranks second. After passing through a de binder process, a baking process is given and a multilayer capacitor is completed by forming exterior electrodes eventually.

[0040]As mentioned above, by forming the ceramic green layer 5 for level difference absorption, Between the portion in which the internal electrode 1 is located in the raw layered product 3a as a part is shown in drawing 1, and the portions which are not so, Or as the difference of the thickness between the portion in which many internal electrodes 1 are arranged comparatively in the laminating direction, and the portion which is not so stops arising substantially and it is shown in drawing 3, in the layered product chip 4a, it becomes difficult to produce undesirable modification. As a result, the problem of a defect and short defects, such as delamination and a minute crack, can be made hard to produce in the obtained laminated ceramic capacitor.

[0041]moreover — it should observe — the elastic modulus of the ceramic green layer 5 for level difference absorption is carried out more than the elastic modulus of the ceramic green sheet 2. By accumulating and pressing two or more composite structures 6 by this. When it is going to obtain the raw layered product 3a, rather than the ceramic green sheet 2, become difficult to change the ceramic green layer 5 for level difference absorption at the time of a press, and The sake, The ceramic green layer 5 for level difference absorption serves as a wall, and it becomes difficult to produce modification of the internal electrode 1, and becomes difficult to produce a gap of the internal electrode 1 and distortion as a result. This acts more effectively to prevention of the defect mentioned above or poor generating.

[0042]The conductive paste used in order to form the internal electrode 1. Although conductive powder, a solvent, and resinous principles, such as an organic binder, are included, as a solvent contained in the solvent contained in ceramic paste, and conductive paste, When screen-stencil nature is taken into consideration, it is preferred to use what has the not less than 150 °C boiling point, and it is more preferred to use what has the boiling point which is

about 200–250 **. When it is easy to dry ceramic paste or conductive paste, therefore it is easy to produce blinding of the mesh of a printing pattern in less than 150 ** and it exceeds another side and 250 **, it is for being hard to dry a printed film, therefore requiring for desiccation for a long time.

[0043]When the solvent contained in ceramic slurry, ceramic paste, and conductive paste is an organic solvent, as an example of such an organic solvent, Ketone, such as methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, and acetone. Hydrocarbon, such as toluene, benzene, xylene, and normal hexane. Alcohols, such as methanol, ethanol, isopropanol, butanol, and amyl alcohol, Ester species, such as ethyl acetate, butyl acetate, and isobutyl acetate, diisopropyl keton, Ethyl Cellosolve, butyl Cellosolve, Cellosolve acetate, methyl Cellosolve acetate, Butylcarbitol, cyclohexanol, pine oil, a dihydroterpineol, Chlorinated hydrocarbons, such as ketone, such as isophorone, a terpineol, the SHIPRO pyrene glycol, and dimethyl phthalate, ester species, hydrocarbon, alcohols, and a methylene chloride, and these mixtures are mentioned.

[0044]As an organic binder, what is dissolved in the solvent mentioned above is good in a room temperature respectively. As such an organic binder, for example A polyvinyl butyral, Polyacetals, such as polybutylbutyral, and poly(meta) acrylic ester. Modified cellulose, such as ethyl cellulose, alkyd, and vinylidene. There are polyether, epoxy resins, urethane resin, polyamide resin, polyimide resin, polyamide imide resin, polyester resin, polysulphone resin, liquid crystal polymers, polyimidazole resin, and poly oxazoline resin.

[0045]In order to carry out the elastic modulus of the ceramic green layer 5 for level difference absorption more than the elastic modulus of the ceramic green sheet 2. The 1st organic binder that should be included in the ceramic slurry for shaping of the ceramic green sheet 2 based on each elastic modulus or glass transition temperature out of an above-mentioned organic binder, What is necessary is just to choose the 2nd organic binder that should be included in the ceramic paste for formation of the ceramic green layer 5 for level difference absorption, respectively.

[0046]The polyvinyl butyral illustrated above as an organic binder is obtained by condensation with polyvinyl alcohol and butyraldehyde, an acetyl group is less than 6 mol %, and a butyral group has% of a 62–82–mol low polymerization article, an inside polymerization article, and a high polymerization article. As for the polyvinyl butyral used as the 1st organic binder in ceramic paste, while the balance of the tough nature of dissolution viscosity and a dry paint film to the butyral group to an organic solvent is about 65 mol %, it is preferred that it is a polymerization article.

[0047]In manufacturing the ceramic paste for the ceramic green layer 5 for level difference absorption especially, it is preferred that the following methods are adopted.

[0048]Namely, the primary dispersing process which carries out the distributed processing of the primary mixture which the 1st organic solvent of a high boiling point and the 2nd comparatively low-boiling-point organic solvent are used comparatively, and contains the ceramic powder end of the at least 2nd, and the 2nd organic solvent as an organic solvent, The secondary dispersing process which carries out the distributed processing of the secondary mixture which added the 2nd organic binder to the primary mixture which passed through this primary dispersing process at least is carried out. The 1st organic solvent is added on the both sides of the stage of a primary dispersing process, the stage of a secondary dispersing process or the stage of a primary dispersing process, and the stage of a secondary dispersing process. And the 2nd organic solvent is eventually removed selectively by heat-treating a secondary mixture after a secondary dispersing process.

[0049]Thus, since the 2nd organic binder is not yet added in a primary dispersing process, it is easy to make the distributed processing under hypoviscosity possible, therefore to improve the dispersibility in the ceramic powder end of the 2nd. In this primary dispersing process, the air which is sticking to the surface in the ceramic powder end of the 2nd is replaced by the 2nd organic solvent, and while being able to change into the state where the ceramic powder end of the 2nd was fully soaked in the 2nd organic solvent, the state of aggregation in the ceramic powder end of the 2nd can fully be cracked.

[0050]In a secondary dispersing process, maintaining the high dispersibility in the ceramic powder end of the 2nd obtained by the primary dispersing process as mentioned above, the 2nd organic binder can be mixed enough and uniformly, and the further grinding effect in the ceramic powder end of the 2nd can also be expected.

[0051]Since removal of the 2nd organic solvent is carried out after a secondary dispersing process, Also in the stage of a secondary dispersing process, while it is possible to make viscosity of a secondary mixture comparatively low, therefore being able to maintain distributed efficiency comparatively highly, the solubility of the 2nd organic binder added in the stage of a secondary dispersing process which was mentioned above can be improved.

[0052]As the 2nd organic solvent mentioned above, taking into consideration a relation with the boiling point of the 1st organic solvent. For example, methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, acetone, toluene, benzene, methanol, ethanol, isopropanol, ethyl acetate, isobutyl acetate, butyl acetate, and these mixtures can be used advantageously.

[0053]It is preferred that it is what has the substantially same presentation as the ceramic powder end of the 2nd contained in the ceramic paste for the ceramic green layer 5 for level difference absorption the ceramic powder end of the 1st contained in the ceramic slurry for the ceramic green sheet 2. It is for coinciding a degree of sintering between the ceramic green layer 5 for level difference absorption, and the ceramic green sheet 2.

[0054]I hear that it is the same that the main ingredients have the same presentation substantially [****], and it is. For example, even if accessory constituents, such as a minute amount addition metal oxide and glass, differ, it can be said that it has the same presentation substantially. If the end of ceramic powder it is contained in the ceramic green sheet 2 is a thing of the range which satisfies X7R characteristic specified by the B weighting specified by JIS about the temperature characteristics of electric capacity, and EIA standard, The main ingredients are the same, and as long as it satisfies B weighting and X7R characteristic, the accessory constituent may also be

different the end of ceramic powder it is contained in the ceramic paste for the ceramic green layer 5 for level difference absorption.

[0055]In the ceramic slurry for the ceramic green sheet 2, or the ceramic paste for the ceramic green layer 5 for level difference absorption, a dispersing agent, a plasticizer, a spray for preventing static electricity, a defoaming agent, etc. may be added if needed. The elastic modulus of the ceramic green layer 5 for level difference absorption can also be adjusted with the addition of the plasticizer added by ceramic paste.

[0056]It is for drawing 4 explaining the manufacturing method of the laminated inductor as other embodiments of this invention, it is a perspective view decomposing and showing the element which constitutes the raw layered product 13 prepared in order to obtain the layered product chip 12 which showed drawing 5 appearance with the perspective view, and with which the laminated inductor 11 manufactured by this manufacturing method is equipped.

[0057]The raw layered product 13 is obtained two or more ceramic green sheets 14, 15, 16, and 17, —, by having 18 and 19 and laminating these ceramic green sheets 14–19.

[0058]The ceramic green sheets 14–19 fabricate the ceramic slurry containing the magnetic body ceramic powder end of the 1st, and the 1st organic binder with a doctor blade method etc., and are obtained by drying. After desiccation, each thickness of the ceramic green sheets 14–19 shall be 10–30 micrometers.

[0059]The coil conductor film and the ceramic green layer for level difference absorption which are prolonged in a coiled form are formed in the ceramic green sheets 15–18 located in the middle among the ceramic green sheets 14–19 so that it may explain in detail below.

[0060]First, the coil conductor film 20 is formed on the ceramic green sheet 15. The coil conductor film 20 is formed so that the 1st end may reach even the edge of the ceramic green sheet 15. The beerhole conductor 21 is formed in the 2nd end of the coil conductor film 20.

[0061]In order to form such the coil conductor film 20 and the beerhole conductor 21, For example, after forming the breakthrough for the beerhole conductor 21 in the ceramic green sheet 15 by methods, such as laser or punching, screen-stencil etc. give the conductive paste used as the coil conductor film 20 and the beerhole conductor 21, and drying is performed.

[0062]It is on the principal surface of the ceramic green sheet 15, and the ceramic green layer 22 for level difference absorption is formed in the field in which the coil conductor film 20 is not formed so that the level difference by the thickness of the coil conductor film 20 mentioned above may be lost substantially. The ceramic green layer 22 for level difference absorption gives the ceramic paste containing the magnetic body ceramic powder end of the 2nd, and the 2nd organic binder by screen-stencil etc., and is formed by drying.

[0063]Next, on the ceramic green sheet 16, the coil conductor film 23, the beerhole conductor 24, and the ceramic green layer 25 for level difference absorption are formed by the method mentioned above and the same method. The 1st end of the coil conductor film 23 is connected to the 2nd end of the coil conductor film 20 via the beerhole conductor 21 mentioned above. The beerhole conductor 24 is formed in the 2nd end of the coil conductor film 23.

[0064]Next, on the ceramic green sheet 17, the coil conductor film 26, the beerhole conductor 27, and the ceramic green layer 28 for level difference absorption are formed similarly. The 1st end of the coil conductor film 26 is connected to the 2nd end of the coil conductor film 23 via the beerhole conductor 24 mentioned above. The beerhole conductor 27 is formed in the 2nd end of the coil conductor film 26.

[0065]Lamination of the ceramic green sheets 16 and 17 mentioned above is repeated two or more times if needed.

[0066]Next, on the ceramic green sheet 18, the coil conductor film 29 and the ceramic green layer 30 for level difference absorption are formed. The 1st end of the coil conductor film 29 is connected to the 2nd end of the coil conductor film 26 via the beerhole conductor 27 mentioned above. The coil conductor film 29 is formed so that the 2nd end may reach even the edge of the ceramic green sheet 18.

[0067]Each thickness of the coil conductor films 20, 23, 26, and 29 mentioned above shall be about 30 micrometers after desiccation.

[0068]In the raw layered product 13 obtained by laminating two or more composite structures which contain such ceramic green sheets 14–19, respectively, and pressing in a laminating direction, The coil conductor of two or more turns is formed as a whole by connecting two or more coil conductor films 20, 23, 26, and 29 respectively prolonged in a coiled form one by one via the beerhole conductors 21, 24, and 27.

[0069]Subsequently, the layered product chip 12 for the laminated inductor 11 shown in drawing 5 is obtained by calcinating the raw layered product 13. Although the raw layered product 13 is illustrated as a thing for obtaining the one layered product chip 12 by drawing 4, it is produced as a thing for obtaining two or more layered product chips, and it may be made to take out two or more layered product chips by cutting this.

[0070]Subsequently, as shown in drawing 5, the exterior electrodes 30 and 31 are formed in each end in which the layered product chip 12 carries out for relativity, and the laminated inductor 11 is completed by it so that it may be connected to the 1st end of the coil conductor film 20 and the 2nd end of the coil conductor film 29 which were mentioned above, respectively.

[0071]Also in manufacture of this laminated inductor 11, the elastic modulus of the ceramic green layers 22, 25, 28, and 30 for level difference absorption is carried out more than the elastic modulus of the ceramic green sheets 14–19. By this, when it is going to obtain the raw layered product 13, rather than the ceramic green sheets 14–19, become difficult to change the ceramic green layers 22, 25, 28, and 30 for level difference absorption at the time of a press, and The sake, The ceramic green layers 22, 25, 28, and 30 for level difference absorption serve as a wall, and it becomes difficult to produce modification of the coil conductor films 20, 23, 26, and 29, and becomes difficult

to produce a gap of the coil conductor films 20, 23, 26, and 29 and distortion as a result.

[0072]In a lamination type ceramic electronic component like the laminated inductor 11 explained with reference to the laminated ceramic capacitor explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 or drawing 4, and drawing 5. As the end of ceramic powder it is contained in a ceramic green sheet or the ceramic green layer for level difference absorption. Typically, it can choose from the inside in the end of non-oxide stock ceramic powder, such as silicon carbide, silicon nitride, and sialon, suitably, and can use in the end of oxide stock ceramic powder, such as alumina, zirconia, magnesia, titanium oxide, barium titanate, lead zirconate titanate, and ferrite manganese. As a powder grain size, an average of 5 micrometers or less of things of a 1-micrometer globular form or the letter of grinding are used more preferably.

[0073]When the content of the alkali metal oxide contained as an impurity uses 0.1 or less % of the weight of barium titanate as the end of ceramic powder, following metallic oxides and glass components may be made to contain as a minor constituent to this end of ceramic powder.

[0074]As a metallic oxide, there is an oxidation terbium, oxidation dysprosium, holmium oxide, erbium oxide, ytterbium oxide, manganese oxide, cobalt oxide, nickel oxide, or magnesium oxide.

[0075]As a glass component, $\text{Li}_2\text{-(SiTi) O}_2\text{-MO}$. (— however, MO — aluminum $_2\text{O}_3$ or ZrO_2). $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-MO}$ (however, MO) [BaO and] CaO, SrO, MgO, ZnO or MnO, $\text{Li}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-(SiTi) O}_2\text{+MO}$. (however, MO has aluminum $_2\text{O}_3$ or ZrO_2). $\text{B}_2\text{O}_3\text{-aluminum}_2\text{O}_3\text{-MO}$ (however, MO BaO, CaO, SrO, or MgO), or SiO_2 .

[0076]In the laminated inductor 11 explained with reference to the laminated ceramic capacitor explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 or drawing 4, and drawing 5. As conductive paste for the internal electrode 1 or the coil conductor films 20, 23, 26, and 29, the beerhole conductors 21 and 24, and formation of 27 used, the following can be used, for example.

[0077]As conductive paste used in a laminated ceramic capacitor, 0.02 micrometer – 3 micrometers of mean particle diameter are 0.05–0.5 micrometer preferably, Ag/Pd this powder including conductive powder, nickel metal powder, or copper metal powder etc. which consists of 60 % of the weight/40 % of the weight – 10 % of the weight/90 % of the weight of alloys 100 weight sections, An organic binder Two to 20 weight section (preferably five to 10 weight section), and Ag as a sintering depressant, Metal resinates, such as Au, Pt, Ti, Si, nickel, or Cu, by metal conversion About 0.1 to 3 weight section (preferably 0.5 to 1 weight section), After kneading about 35 weight sections for an organic solvent with 3 rolls, the conductive paste obtained by adding the same or another organic solvent further, and performing viscosity control can be used.

[0078]The thing with a mean particle diameter of about 100 nm which could be produced by various methods, for example, was produced by the gaseous phase method can also be used for the metal powder used in conductive paste. When nickel metal powder or copper metal powder is used, a reducing atmosphere is applied in a baking process.

[0079]As conductive paste used in the laminated inductor 11, This powder receives 100 weight sections including the conductive powder in which Ag/Pd consists of 80 % of the weight/20 % of the weight – 100 % of the weight/0 % of the weight of alloys, or Ag. After kneading the same organic binder as a case, sintering depressant, and organic solvent of the conductive paste for the laminated ceramic capacitor mentioned above with 3 rolls by the same ratio, The conductive paste obtained by adding the same or another organic solvent further, and performing viscosity control can be used.

[0080]Below, this invention is more concretely explained based on the example of an experiment.

[0081]

[The example 1 of an experiment] The example 1 of an experiment is related with a laminated ceramic capacitor.

[0082]1. Drying desiccation was carried out after carrying out weighing of preparation ****, barium carbonate (BaCO_3), and titanium oxide (TiO_2) of dielectric ceramic powder so that it may become a mole ratio of 1:1, and carrying out wet blending using a ball mill. Subsequently, after carrying out temporary quenching at the temperature of 1000 ** for 2 hours, dielectric ceramic powder was obtained by grinding.

[0083]2. Dielectric-ceramic-powder 100 weight section prepared for preparation of ceramic slurry, and production places of ceramic green sheet, Polyvinyl-butyril (elastic modulus : 1MPa; glass transition temperature : 20 **) 7 weight section of the inside degree of polymerization as an organic binder, and the degree of raise in butyril, As a plasticizer DOP(dioctyl phthalate)3 weight section, methyl-ethyl-ketone 30 weight section, ethanol 20 weight section, and toluene 20 weight section with product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter. It supplied to the ball mill, wet blending was performed for 20 hours, and dielectric ceramic slurry was obtained.

[0084]And to this dielectric ceramic slurry, the doctor blade method was applied and the 3 micrometers (the thickness after calcination is 2 micrometers)-thick dielectric ceramic green sheet was fabricated. Desiccation is 80 ** and was performed for 5 minutes.

[0085]The elastic moduli of this dielectric ceramic green sheet were 30MPa.

[0086]3. Metal powder 100 weight section of preparation Ag/Pd=30/70 of conductive paste, After kneading ethyl cellulose 4 weight section, the amount part of alkyd-resin duplexs, Ag metal resinates 3 weight section (17.5 weight sections as Ag), and butylcarbitol acetate 35 weight section with 3 rolls, terpineol 35 weight section was added and viscosity control was performed.

[0087]4. Preparation-samples 1 thru/or 4 (EXAMPLE) and sample 5 (comparative example) of ceramic paste for ceramic green layer for level difference absorption - Dielectric-ceramic-powder 100 weight section prepared previously, It had an addition (weight section) shown in Table 1 in terpineol 40 weight section and ethyl cellulose

resin 5 weight section, and DOP as a plasticizer was added, these were well kneaded with 3 rolls, after mixing with an automatic mortar, and dielectric ceramic paste was obtained.

[0088]

[Table 1]

試料番号	実施例				比較例
	1	2	3	4	5
可塑剤添加量 (重量部)	0	1	3	5	7
弾性率 (MPa)	800	150	70	30	10
分散度	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
印刷厚み (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	1.5	1.5	1.3	1.5	1.7
製造欠陥 不良率(%)	8	9	10	12	80

[0089]As shown in Table 1, the elastic modulus of the green dielectric ceramic layer for level difference absorption formed with dielectric ceramic paste compared with 30MPa which is the elastic moduli of the dielectric ceramic green sheet mentioned above. In the samples 6 thru/or 9 used as an example, it is 30 or more MPa, and they are less than 30 MPa in the sample 5 used as a comparative example.

[0090]- The samples 6 thru/or 9 (EXAMPLE) and sample 10 (comparative example) - Dielectric-ceramic-powder 100 weight section prepared previously. After mixing terpineol 40 weight section and organic binder 7 various weight sections which have an elastic modulus shown in Table 2 with an automatic mortar, it kneaded well with 3 rolls and dielectric ceramic paste was obtained.

[0091]

[Table 2]

試料番号	実施例				比較例
	6	7	8	9	10
有機バインダー 種類	エチルセルロース 樹脂	メチルアクリル酸 エステル	メチルアクリル酸 エステル	メチルアクリル酸 エステル	ウレタン 樹脂
バインダー弾性率 (MPa)	30	10	3	1	0.5
分散度	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
印刷厚み (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra (μm)	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5
製造欠陥 不良率(%)	9	10	12	14	80

[0092]Compared with 1MPa which is an elastic modulus of the polyvinyl butyral contained in the dielectric ceramic slurry for the dielectric ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 2, the elastic modulus of the various organic binders contained in dielectric ceramic paste is 1 or more MPa in the samples 6 thru/or 9 used as an example, and is less than 1 MPa in the sample 10 used as a comparative example.

[0093]- The samples 11 thru/or 14 (EXAMPLE) and sample 15 (comparative example) - Dielectric-ceramic-powder 100 weight section prepared previously. Methyl-ethyl-ketone 70 weight section of 79.6 ° of boiling points, terpineol 30 weight section of 220 ° of boiling points, and product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter were supplied to the ball mill, and wet blending was performed as a primary dispersing process for 16 hours. Next, the ceramic slurry mixture was obtained by adding terpineol 10 weight section of 220 ° of boiling points, and organic binder 5 various weight sections which have each glass transition temperature shown in Table 3 in the same pot, and mixing these as a secondary dispersing process in it for further 16 hours.

[0094]Subsequently, by being under hot bath at 60 °, and carrying out distillation under reduced pressure of the above-mentioned ceramic slurry mixture by an evaporator for 2 hours, methyl ethyl ketone was removed thoroughly and dielectric ceramic paste was obtained. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight-section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0095]

[Table 3]

試料番号	実施例				比較例
	11	12	13	14	15
ガラス転移温度(℃)	135	80	50	20	10
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み(μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
製造欠陥不良率(%)	2	2	3	4	10

[0096] Compared with 20 ** which is the glass transition temperature of the polyvinyl butyral contained in the dielectric ceramic slurry for the dielectric ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 3, the glass transition temperature of the various organic binders contained in dielectric ceramic paste is not less than 20 ** in the samples 11 thru/or 14 used as an example, and is less than 20 ** in the sample 15 used as a comparative example.

[0097]— The samples 16 thru/or 19 (EXAMPLE) and sample 20 (comparative example) ~ Dielectric-ceramic-powder 100 weight section prepared previously, Methyl-ethyl-ketone 70 weight section of 79.6 ** of boiling points, terpineol 30 weight section of 220 ** of boiling points, and product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter were supplied to the ball mill, and wet blending was performed as a primary dispersing process for 16 hours. Next, the ceramic slurry mixture was obtained by adding terpineol 10 weight section of 220 ** of boiling points, and organic binder 7 various weight sections which have an elastic modulus shown in Table 4 in the same pot, and mixing these as a secondary dispersing process in it for further 16 hours.

[0098] Subsequently, by being under hot bath at 60 **, and carrying out distillation under reduced pressure of the above-mentioned ceramic slurry mixture by an evaporator for 2 hours, methyl ethyl ketone was removed thoroughly and dielectric ceramic paste was obtained. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight-section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0099]

[Table 4]

試料番号	実施例				比較例
	16	17	18	19	20
有機ハインダの種類	エチルセルロース樹脂	ネオアクリル酸エステル	ネオアクリル酸エステル	ネオアクリル酸エステル	クレタ樹脂
ハインダ弾性率(MPa)	30	10	5	1	0.5
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み(μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
製造欠陥不良率(%)	2	2	4	5	10

[0100] Compared with 1MPa which is an elastic modulus of the polyvinyl butyral contained in the dielectric ceramic slurry for the dielectric ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 4, the elastic modulus of the various organic binders contained in dielectric ceramic paste is 1 or more MPa in the samples 16 thru/or 19 used as an example, and is less than 1 MPa in the sample 20 used as a comparative example.

[0101] 5. In order to form an internal electrode on the principal surface of the dielectric ceramic green sheet prepared for the production places of the laminated ceramic capacitor, conductive paste was screen-stenciled and it dried for 10 minutes at 80 **. The size, the shape, and the position of the internal electrode were set up suit the layered product chip obtained at a next process. Next, in order to form the ceramic green layer for level difference absorption on the principal surface of a dielectric ceramic green sheet, each dielectric ceramic paste concerning the samples 1 thru/or 20 was screen-stenciled, and it dried for 10 minutes at 80 **. It was made for each thickness of an internal electrode and the ceramic green layer for level difference absorption to be set to 1.5 micrometers (the thickness after calcination is 0.8 micrometer) after desiccation.

[0102] Next, the dielectric ceramic green sheet of 500 sheets which forms the internal electrode and the ceramic green layer for level difference absorption as mentioned above, It put so that it might put with the dielectric ceramic green sheet of 20 sheets in which the internal electrode etc. are not given, and the raw layered product was produced, and heat pressing of this layered product was carried out according to the pressurizing condition of 1000 kg/cm² at 80 **.

[0103]Next, two or more layered product chips were obtained by cutting an above-mentioned raw layered product with the cutting edge so that it might become a size with a 3.2 mm [in length] x 1.6-mm x thickness of 1.6 mm after calcination. [in width]

[0104]Next, zirconia powder aligned two or more above-mentioned layered product chips on the setter for the calcination by which the low volume spray was carried out, carried out temperature up over 24 hours from a room temperature to 250 **, and removed the organic binder. Next, the layered product chip was supplied to the firing furnace, and it calcinated by the profile of about 20 hours at a maximum of 1300 **.

[0105]Next, after supplying the obtained sintered compact chip to a barrel and performing end polishing, exterior electrodes were provided in the both ends of the sintered compact, and the laminated ceramic capacitor used as a sample was completed.

[0106]6. The various characteristics were evaluated about the ceramic paste and the laminated ceramic capacitor concerning the samples 1 thru/or 20 which carried out evaluation **** of the characteristic. The result is shown in the Table 1 thru/or 4 shown above.

[0107]Characterization in Table 1 thru/or 4 was performed as follows.

[0108]"Degree of dispersion": It computed from the particle size distribution acquired by measuring the particle size distribution in the end of ceramic powder using an optical diffraction type size distribution measuring device. That is, the end of ceramic powder it prepared previously was underwater distributed using the ultrasonic homogenizer, the ultrasonic wave was impressed till the place where a grain size does not become small any more, the grain size of D90 at that time was recorded, and this was made into the marginal grain size. On the other hand, ceramic paste was diluted in ethanol, the grain size of D90 of particle size distribution was recorded, and this was made into the grain size of a paste. And the degree of dispersion was computed based on the formula of degree-of-dispersion = (grain size / marginal grain size of paste)-1. This degree of dispersion shows that dispersibility is so good that a value is [zero] near if a numerical value is +, and shows that dispersibility is so good that an absolute value is large if a numerical value is -.

[0109]By using the 50-micrometer-thick screen made from stainless steel by 400 meshes on a "printing thickness": 96% alumina substrate, printing at emulsion 20 micrometers in thickness, and drying for 10 minutes at 80 **, forming the printed film for evaluation — the thickness — a ratio — it asked from the measurement result by the laser surface roughness meter of a contact process.

[0110]"Ra(surface roughness)": — the value which equalized the absolute value of the deviation of the center line and roughness curve which formed the same printed film for evaluation as the case of the above "printing thickness", and equalized the surface roughness Ra, i.e., a wave, — a ratio — it asked from the measurement result by the laser surface roughness meter of a contact process.

[0111]"Structure-defect defective fraction": When abnormalities were seen by the visual examination of the sintered compact chip for the obtained laminated ceramic capacitor, and the inspection by an acoustic microscope, the internal structure defect was checked by polish and (sintered compact chip number with structure defect)/(total of a sintered compact chip) was made into the structure defect defective fraction.

[0112]If it compares between the samples 5 which serve as the samples 1-4 used as an example, and a comparative example in Table 1, So that it may have an elastic modulus which is 30 or more MPa which is an elastic modulus of a dielectric ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning the samples 1-4 as an example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste in which the addition of the plasticizer was controlled. Compared with the laminated ceramic capacitor which requires a plasticizer for the sample 5 as a comparative example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste added mostly so that the elastic modulus of less than 30 MPa may be brought about, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0113]If it compares between the sample 10 and the sample 20 which serve as the samples 6-9 and the samples 16-19 used as an example, and a comparative example in Table 2 and 4, As an example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste containing the organic binder which has an elastic modulus which is 1 or more MPa which is an elastic modulus of the organic binder contained in the dielectric ceramic slurry for a dielectric ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning ***** 6-9 and the samples 16-19. Compared with the laminated ceramic capacitor concerning the sample 10 and the sample 20 as a comparative example which were constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste containing the organic binder which has an elastic modulus of less than 1 MPa, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0114]If it compares between the samples 15 which serve as the samples 11-14 used as an example, and a comparative example in Table 3, The ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste containing the organic binder which has the glass transition temperature which is not less than 20 ** which is the glass transition temperature of the organic binder contained in the dielectric ceramic slurry for a dielectric ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning the samples 11-14 as an example constituted by having. Compared with the laminated ceramic capacitor concerning the sample 15 as a comparative example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of dielectric ceramic paste containing the organic binder which has the glass transition temperature below 20 **, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0115]Thus, by carrying out the elastic modulus of the ceramic green layer for level difference absorption more than the elastic modulus of a ceramic green sheet, When it is going to obtain a raw layered product by accumulating and

pressing two or more composite structures, rather than a ceramic green sheet, become difficult to change the ceramic green layer for level difference absorption at the time of a press, and The sake, It turns out that the ceramic green layer for level difference absorption serves as a wall, and it becomes difficult to produce modification of an internal electrode, and is difficult to produce a gap of an internal electrode and distortion as a result.

[0116] If Table 1 and 2, 3, and 4 is compared, according to the samples 11-20 shown in the Table 3 and 4 which adopted the primary dispersing process and the secondary dispersing process, and added the organic binder in the secondary dispersing process. It turns out that the more outstanding dispersibility can be acquired compared with the samples 1-10 shown in the Table 1 and 2 which did not perform such a thing, and the result with nearby [good] is shown in each item of surface roughness and a structure defect defective fraction.

[0117]

[The example 2 of an experiment] The example 2 of an experiment is related with a laminated inductor.

[0118] 1. Drying desiccation was carried out after preparation **** in the end of magnetic body ceramic powder and ferric oxide carried out weighing so that a 49.0-mol zinc oxide will be 29.0-mol %, nickel oxide will be 14.0-mol % and copper oxide may be 8.0-mol %, and they carried out wet blending using a ball mill. Subsequently, after carrying out temporary quenching at 750 ** for 1 hour, the end of magnetic body ceramic powder was obtained by grinding.

[0119] 2. Magnetic body ceramic powder end of 100 weight sections prepared for preparation of ceramic slurry, and production places of ceramic green sheet, The dispersing agent which consists of a maleic acid copolymer of 0.5 weight sections, and the solvent which consists of methyl ethyl ketone of 30 weight sections, and toluene of 20 weight sections with product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter. The polyvinyl butyral (elastic modulus : 1MPa; glass transition temperature : 20 **) of seven weight sections of the inside degree of polymerization as an organic binder, and the degree of raise in butyral after supplying to a ball mill and stirring for 4 hours, DOP (dioctyl phthalate) of three weight sections as a plasticizer and the ethanol of 20 weight sections were added, wet blending was performed for 20 hours, and magnetic body ceramic slurry was obtained.

[0120] And to this magnetic body ceramic slurry, the doctor blade method was applied and the 20 micrometers (the thickness after calcination is 15 micrometers)-thick magnetic body ceramic green sheet was fabricated. Desiccation is 80 ** and was performed for 5 minutes.

[0121] The elastic moduli of this magnetic body ceramic green sheet were 20MPa.

[0122] 3. Preparation Ag metal powder 80 weight section and Pd metal powder 20 weight section of conductive paste, After kneading ethyl cellulose 4 weight section, the amount part of alkyd-resin duplexs, and butylcarbitol 35 weight section with 3 rolls, 35 weight sections, in addition viscosity control were performed for the terpeneol, and conductive paste was obtained.

[0123] 4. Preparation-samples 21 thru/or 24 (EXAMPLE) and sample 25 (comparative example) of ceramic paste for ceramic green layer for level difference absorption - In the end of magnetic body ceramic powder it prepared previously 100 weight sections, It had an addition (weight section) shown in Table 5 in terpeneol 40 weight section and ethyl cellulose resin 5 weight section, and DOP as a plasticizer was added, these were well kneaded with 3 rolls, after mixing with an automatic mortar, and magnetic body ceramic paste was obtained.

[0124]

[Table 5]

試料番号	実施例				比較例
	21	22	23	24	25
可塑剤添加量 (重量部)	0	1	3	5	7
弾性率 (MPa)	800	100	50	20	8
分散度	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra(μm)	1.6	1.6	1.4	1.6	1.8
構造欠陥 不良率(%)	7	8	8	10	70

[0125] As shown in Table 5, the elastic modulus of the green dielectric ceramic layer for level difference absorption formed with magnetic body ceramic paste compared with 20MPa which is the elastic moduli of the magnetic body ceramic green sheet mentioned above, In the samples 21 thru/or 24 used as an example, it is 20 or more MPa, and they are less than 20 MPa in the sample 25 used as a comparative example.

[0126]- The samples 26 thru/or 29 (EXAMPLE) and sample 30 (comparative example) - In the end of magnetic body ceramic powder it prepared previously 100 weight sections, After mixing terpeneol 40 weight section and organic binder 7 various weight sections which have an elastic modulus shown in Table 6 with an automatic mortar, it kneaded well with 3 rolls and magnetic body ceramic paste was obtained.

[0127]

[Table 6]

試料番号	実施例				比較例
	26	27	28	29	30
有機バインダ 種類	エチルセルロース 樹脂	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ウレタン 樹脂
バインダ弾性率 (MPa)	25	8	4	1	0.5
分散度	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra(μm)	1.0	1.8	1.5	1.8	1.8
焼造欠陥 不良率(%)	7	8	10	12	70

[0128] Compared with 1MPa which is an elastic modulus of the polyvinyl butyral contained in the magnetic body ceramic slurry for the magnetic body ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 2, the elastic modulus of the various organic binders contained in magnetic body ceramic paste is 1 or more MPa in the samples 26 thru/ or 29 used as an example, and is less than 1 MPa in the sample 30 used as a comparative example.

[0129]— The samples 31 thru/ or 34 (EXAMPLE) and sample 35 (comparative example) — In the end of magnetic body ceramic powder it prepared previously 100 weight sections, Methyl-ethyl-ketone 70 weight section of 79.6 ** of boiling points, terpineol 30 weight section of 220 ** of boiling points, and product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter were supplied to the ball mill, and wet blending was performed as a primary dispersing process for 16 hours. Next, the ceramic slurry mixture was obtained by adding terpineol 10 weight section of 220 ** of boiling points, and organic binder 5 various weight sections which have each glass transition temperature shown in Table 7 in the same pot, and mixing these as a secondary dispersing process in it for further 16 hours.

[0130] Subsequently, by being under hot bath at 60 **, and carrying out distillation under reduced pressure of the above-mentioned ceramic slurry mixture by an evaporator for 2 hours, methyl ethyl ketone was removed thoroughly and magnetic body ceramic paste was obtained. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight-section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0131]

[Table 7]

試料番号	実施例				比較例
	31	32	33	34	35
ガラス転移 温度(°C)	135	80	50	20	10
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra(μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
焼造欠陥 不良率(%)	1	1	2	3	8

[0132] Compared with 20 ** which is the glass transition temperature of the polyvinyl butyral contained in the magnetic body ceramic slurry for the magnetic body ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 7, the glass transition temperature of the various organic binders contained in magnetic body ceramic paste is not less than 20 ** in the samples 31 thru/ or 34 used as an example, and is less than 20 ** in the sample 35 used as a comparative example.

[0133]— The samples 36 thru/ or 39 (EXAMPLE) and sample 40 (comparative example) — In the end of magnetic body ceramic powder it prepared previously 100 weight sections, Methyl-ethyl-ketone 70 weight section of 79.6 ** of boiling points, terpineol 30 weight section of 220 ** of boiling points, and product ball made from zirconia 600 weight section 1 mm in diameter were supplied to the ball mill, and wet blending was performed as a primary dispersing process for 16 hours. Next, the ceramic slurry mixture was obtained by adding terpineol 10 weight section of 220 ** of boiling points, and organic binder 7 various weight sections which have an elastic modulus shown in Table 8 in the same pot, and mixing these as a secondary dispersing process in it for further 16 hours.

[0134] Subsequently, by being under hot bath at 60 **, and carrying out distillation under reduced pressure of the above-mentioned ceramic slurry mixture by an evaporator for 2 hours, methyl ethyl ketone was removed thoroughly and magnetic body ceramic paste was obtained. Subsequently, the sake [for viscosity control], terpineol 10-20 weight-section addition was carried out, and the automatic mortar distributed and adjusted.

[0135]

[Table 8]

材料番号	実施例				比較例
	36	37	38	39	40
有機バインダ 種類	エチルセルロース 樹脂	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ウレタン 樹脂
バインダ弾性率 (MPa)	30	10	5	1	0.5
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
構造欠陥 不良率(%)	1	1	3	4	8

[0136] Compared with 1MPa which is an elastic modulus of the polyvinyl butyral contained in the magnetic body ceramic slurry for the magnetic body ceramic green sheet mentioned above. As shown in Table 8, the elastic modulus of the various organic binders contained in magnetic body ceramic paste is 1 or more MPa in the samples 36 thru/ or 39 used as an example, and is less than 1 MPa in the sample 40 used as a comparative example.

[0137] 5. So that the coil conductor prolonged in a coiled form after lamination of the magnetic body ceramic green sheet of production plurality of a laminated inductor can be formed, While forming the breakthrough for a beerhole conductor in the position of the magnetic body ceramic green sheet prepared previously, In order to form a beerhole conductor in a coil conductor film and a breakthrough on the principal surface of a magnetic body ceramic green sheet, conductive paste was screen-stenciled and it dried for 10 minutes at 80 **. Next, in order to form the magnetic body ceramic green layer for level difference absorption on a magnetic body ceramic green sheet, magnetic body ceramic paste was screen-stenciled and it dried for 10 minutes at 80 **. It was made for each thickness of a coil conductor film and the magnetic body ceramic green layer for level difference absorption to be set to 30 micrometers (the thickness after calcination is 20 micrometers) after desiccation.

[0138] Next, while piling up the magnetic body ceramic green sheet of nine sheets which forms the coil conductor film, the beerhole conductor, and the ceramic green layer for level difference absorption as mentioned above so that a coil conductor may be formed, The magnetic body ceramic green sheet of six sheets which does not form the coil conductor film etc. in those upper and lower sides was piled up, the raw layered product was produced, and heat pressing of this layered product was carried out under the application of pressure of $1000\text{kg}/\text{cm}^2$ at 80 **.

[0139] Next, two or more layered product chips were obtained by cutting an above-mentioned raw layered product with the cutting edge so that it might become a size with a 1.0 mm [in length] x 0.5-mm x thickness of 0.5 mm after calcination. [in width]

[0140] Next, zirconia powder aligned two or more above-mentioned layered product chips on the setter for the calcination by which the low volume spray was carried out, carried out temperature up over 24 hours from a room temperature to 250 **, and removed the organic binder. Next, the layered product chip was supplied to the firing furnace, and it calcinated by the profile of about 20 hours at a maximum of 970 **.

[0141] Next, after supplying the obtained sintered compact chip to a barrel and performing end polishing, the main ingredients provided the exterior electrodes which are silver in the both ends of the sintered compact, and the chip shape laminated inductor used as a sample was completed.

[0142] 6. About the laminated inductor concerning the sample in which the characteristic carried out evaluation ****, a degree of dispersion, printing thickness, Ra (surface roughness), and a structure defect defective fraction were evaluated by the same way as the case of the example 1 of an experiment. The result is shown in the Table 5 thru/ or 8 shown above.

[0143] If it compares between the samples 25 which serve as the samples 21-24 used as an example, and a comparative example in Table 5, So that it may have an elastic modulus which is 20 or more MPa which is an elastic modulus of a magnetic body ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning the samples 21-24 as an example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste in which the addition of the plasticizer was controlled. Compared with the laminated ceramic capacitor which requires a plasticizer for the sample 25 as a comparative example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste added mostly so that the elastic modulus of less than 20 MPa may be brought about, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0144] If it compares between the sample 30 and the sample 40 which serve as the samples 26-29 and the samples 36-39 used as an example, and a comparative example in Table 6 and 8, As an example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste containing the organic binder which has an elastic modulus which is 1 or more MPa which is an elastic modulus of the organic binder contained in the magnetic body ceramic slurry for a magnetic body ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning ***** 26-29 and the samples 36-39. Compared with the laminated ceramic capacitor concerning the sample 30 and the sample 40 as a comparative example which were constituted with the

ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste containing the organic binder which has an elastic modulus of less than 1 MPa, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0145] If it compares between the samples 35 which serve as the samples 31-34 used as an example, and a comparative example in Table 7, The ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste containing the organic binder which has the glass transition temperature which is not less than 20 °C which is the glass transition temperature of the organic binder contained in the magnetic body ceramic slurry for a magnetic body ceramic green sheet. According to the laminated ceramic capacitor concerning the samples 31-34 as an example constituted by having. Compared with the laminated ceramic capacitor concerning the sample 35 as a comparative example constituted with the ceramic green layer for level difference absorption which consists of magnetic body ceramic paste containing the organic binder which has the glass transition temperature below 20 °C, a structure defect defective fraction can be reduced substantially.

[0146] If Table 5 and 6, 7, and 8 is compared, according to the samples 31-40 shown in the Table 7 and 8 which adopted the primary dispersing process and the secondary dispersing process, and added the organic binder in the secondary dispersing process. It turns out that the more outstanding dispersibility can be acquired compared with the samples 21-30 shown in the Table 5 and 8 which did not perform such a thing, and the result with nearby [good] is shown in each item of surface roughness and a structure defect defective fraction.

[0147] Thus, also in the case of the laminated inductor by the example 2 of an experiment, the same tendency as the case of the laminated ceramic capacitor by the example 1 of an experiment appears.

[0148] As mentioned above, although the case where dielectric ceramic powder or the end of magnetic body ceramic powder was used was explained as the end of ceramic powder it is contained in the ceramic paste concerning this invention. In this invention, it is not influenced by the electrical property in the end of ceramic powder used, and even if it uses [therefore] the end of end of insulator ceramic powder, or piezo electric crystal ceramic powder, etc., for example, the ceramic paste which can expect the same effect can be obtained.

[0149]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by forming the ceramic green layer for level difference absorption according to this invention. Between the portion in which an internal-circuit-elements film like an internal electrode or a coil conductor film is located in a raw layered product, and the portions which are not so. Or while an internal-circuit-elements film can make the difference of the thickness between the portion arranged comparatively and the portion which is not so not produce substantially to a laminating direction, [many] Since the elastic modulus of the ceramic green layer for level difference absorption is carried out more than the elastic modulus of a ceramic green sheet. When it is going to obtain a raw layered product by accumulating and pressing two or more composite structures, rather than a ceramic green sheet, become difficult to change the ceramic green layer for level difference absorption at the time of a press, and The sake. A gap of an internal-circuit-elements film and distortion can be made hard for the ceramic green layer for level difference absorption to serve as a wall, to become difficult to produce modification of an internal-circuit-elements film, and to produce as a result.

[0150] Therefore, the problem of a defect and short defects, such as delamination and a minute crack, can be made hard to produce in the obtained lamination type ceramic electronic component.

[0151] So, although lamination of the ceramic green sheet used in order to manufacture a lamination type ceramic electronic component can be carried out advantageously and such lamination progresses, it is hard to produce a defect and a reliable lamination type ceramic electronic component can be realized. Also to heavy-gage-izing of an internal-circuit-elements film like an internal electrode or a coil conductor film, it is hard to produce a structure defect, and a reliable lamination type ceramic electronic component can be realized.

[0152] Thus, it becomes possible according to this invention to fully satisfy the demand of a miniaturization or slimming down, and the weight saving of a lamination type ceramic electronic component. When this invention is applied to a laminated ceramic capacitor, a miniaturization or slimming down, and large-scale-izing of a laminated ceramic capacitor can be attained advantageously.

[0153] The primary dispersing process to which the ceramic paste for forming the above-mentioned ceramic green layer for level difference absorption carries out the distributed processing of the primary mixture which contains the end of ceramic powder, and the 1st organic solvent at least in this invention. The secondary dispersing process which carries out the distributed processing of the secondary mixture which added the organic binder to the primary mixture which passed through the primary dispersing process at least. By heat-treating a secondary mixture after the process which includes the 2nd organic solvent of a high boiling point in a primary mixture and/or a secondary mixture from the 1st organic solvent, and a secondary dispersing process. If produced through the removal process which removes the 1st organic solvent selectively, in ceramic paste, the outstanding dispersion state can be acquired, this will be reflected and an effect which was mentioned above will be demonstrated more notably.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is interesting for this invention, and is a sectional view by one embodiment of this invention in which being for explaining the manufacturing method of a laminated ceramic capacitor, and showing schematically a part of raw layered product 3a.

[Drawing 2]It is a top view fracturing and showing some composite structures 6 produced in the manufacturing method of the laminated ceramic capacitor shown in drawing 1.

[Drawing 3]It is a sectional view showing schematically the layered product chip 4a produced in the manufacturing method of the laminated ceramic capacitor shown in drawing 1.

[Drawing 4]It is a perspective view decomposing and showing the element which constitutes the raw layered product 13 prepared in order to manufacture the laminated inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 5]It is a perspective view showing the appearance of the laminated inductor 11 provided with the layered product chip 12 produced by calcinating the raw layered product 13 shown in drawing 4.

[Drawing 6]It is for explaining the manufacturing method of the conventional laminated ceramic capacitor interesting for this invention, and is a sectional view showing schematically a part of raw layered product 3.

[Drawing 7]It is a top view showing some ceramic green sheets 2 in which the internal electrode 1 produced in the manufacturing method of the laminated ceramic capacitor shown in drawing 6 was formed.

[Drawing 8]It is a sectional view showing schematically the layered product chip 4 produced in the manufacturing method of the laminated ceramic capacitor shown in drawing 6.

[Description of Notations]

- 1 Internal electrode (internal-circuit-elements film)
- 2, 14-19 Ceramic green sheet

3a and 13 A student's layered product

4a and 12 Layered product chip

5, 22, 25, 28, and 30 Ceramic green layer for level difference absorption

6 Composite structure

11 Laminated inductor (lamination type ceramic electronic component)

20, 23, 26, and 29 Coil conductor film (internal-circuit-elements film)

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

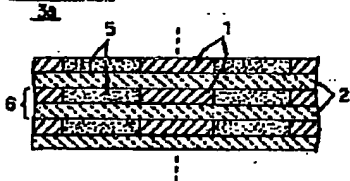
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2**** shows the word which can not be translated.

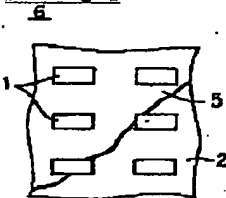
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

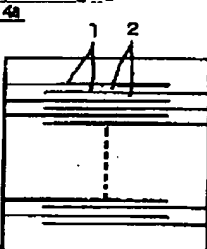
[Drawing 1]



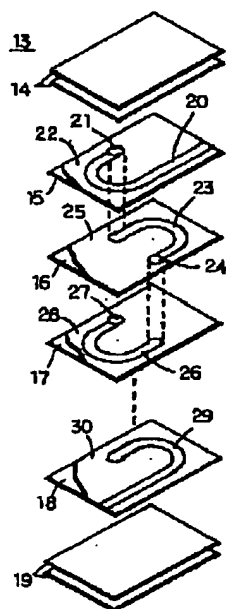
[Drawing 2]



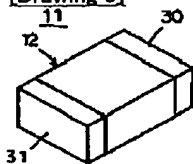
[Drawing 3]



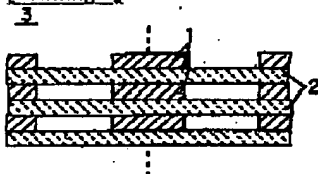
[Drawing 4]



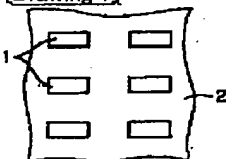
[Drawing 5]



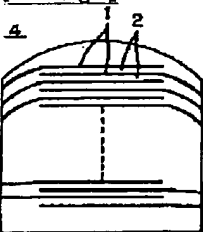
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-43161

(P2002-43161A)

(43) 公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)	
H 0 1 G 4/12	3 4 6	H 0 1 G 4/12	3 4 6	4 G 0 3 0
	3 6 4		3 6 4	4 G 0 5 2
B 2 8 B 1/30	1 0 1	B 2 8 B 1/30	1 0 1	4 G 0 5 4
3/02		3/02	P	4 G 0 5 5
11/00		H 0 1 F 17/00	D	5 E 0 0 1
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 17 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-221166(P2000-221166)

(22) 出願日 平成12年7月21日(2000.7.21)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 宮崎 信

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 田中 寛

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100085143

弁理士 小柴 昭昭

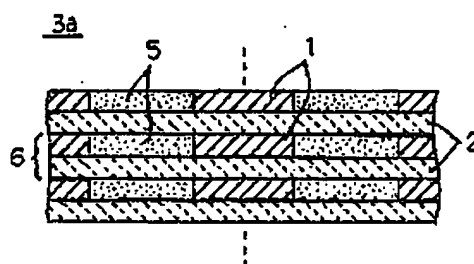
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層型セラミック電子部品およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 内部電極による段差を衰弱的になくすようにセラミックグリーンシート上に段差吸収用セラミックグリーン層を形成した生の積層体を焼成することによって得られる積層セラミックコンデンサにおける内部電極のずれや歪みをより生じにくくする。

【解決手段】 段差吸収用セラミックグリーン層5の弾性率を、セラミックグリーンシート2の弾性率以上にし、生の積層体3aのプレス時に、段差吸収用セラミックグリーン層5がセラミックグリーンシート2よりも変形しにくくし、それによって、内部電極1の変形を生じにくくする。



(2)

特開2002-43161

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のセラミック粉末および第1の有機バインダを含むセラミックスラリーと、導電性ペーストと、第2のセラミック粉末および第2の有機バインダを含むセラミックペーストとをそれぞれ用意し、前記セラミックスラリーを成形することによって得られたセラミックグリーンシートと、前記セラミックグリーンシートの主面上にその厚みによる段差をもたらしうよう10に部分的に前記導電性ペーストを付与することによって形成された内部回路要素膜と、前記内部回路要素膜の厚みによる段差を実質的になくすように前記セラミックグリーンシートの前記主面上であって前記内部回路要素膜が形成されない領域に前記セラミックペーストを付与することによって形成された段差吸収用セラミックグリーン層とを備える、複数の複合構造物を作製し、複数の前記複合構造物を積み重ね、かつ積層方向にプレスすることによって、生の積層体を作製し、前記生の積層体を焼成する、各工程を備える、積層型セラミック電子部品の製造方法であって、前記段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率が、前記セラミックグリーンシートの弾性率以上にされることを特徴とする、積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項2】 前記第2の有機バインダとして、前記第1の有機バインダの弾性率以上の弾性率を有するものが用いられる、請求項1に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項3】 前記第2の有機バインダとして、前記第1の有機バインダのガラス転移温度以上のガラス転移温度を有するものが用いられる、請求項1に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項4】 前記段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率は、前記セラミックペーストに添加される可塑剤の添加量によって調整される、請求項1ないし3のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項5】 前記セラミックペーストは、少なくとも前記第2のセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、前記1次分散工程を経て前記1次混合物に少なくとも前記第2の有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程と、

前記第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を前記1次混合物および／または前記2次混合物に含ませる工程と、

前記2次分散工程の後、前記2次混合物を加熱処理することによって、前記第1の有機溶剤を選択的に除去する除去工程とを経て作製される、請求項1ないし4のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項6】 前記第1のセラミック粉末は、前記第2のセラミック粉末と実質的に同じ組成を有する、請求項1ないし5のいずれかに記載の積層型セラミック電子部

品の製造方法。

【請求項7】 前記第1および第2のセラミック粉末は、ともに、誘電体セラミック粉末である、請求項1ないし6のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項8】 前記内部回路要素膜は、互いの間に静電容量を形成するように配置される内部電極であり、前記積層型セラミック電子部品は、積層セラミックコンデンサである、請求項7に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項9】 前記第1および第2のセラミック粉末は、ともに、磁性体セラミック粉末である、請求項1ないし6のいずれかに記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項10】 前記内部回路要素膜は、コイル状に延びるコイル導体膜であり、前記積層型セラミック電子部品は、積層インダクタである、請求項9に記載の積層型セラミック電子部品の製造方法。

【請求項11】 請求項1ないし10のいずれかに記載の製造方法によって得られた、積層型セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、積層型セラミック電子部品およびその製造方法に関するもので、特に、セラミック層間に形成される内部回路要素膜の厚みに起因する段差を吸収するために内部回路要素膜パターンのネガティブパターンをもって形成された段差吸収用セラミック層を備える、積層型セラミック電子部品およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】たとえば積層セラミックコンデンサのような積層型セラミック電子部品の製造しようとするとき、複数のセラミックグリーンシートが用意され、これらセラミックグリーンシートが積み重ねられる。特定のセラミックグリーンシート上には、得ようとする積層型セラミック電子部品の機能に応じて、コンデンサ、抵抗、インダクタ、バリスタ、フィルタ等を構成するための導体膜、抵抗体膜のような内部回路要素膜が形成されている。

【0003】近年、移動体通信機器をはじめとする電子機器は、小型化かつ軽量化が進み、このような電子機器において、たとえば積層型セラミック電子部品が回路素子として用いられる場合、このような積層型セラミック電子部品に対しても、小型化あるいは薄型化および軽量化が強く要求されるようになってきている。たとえば、積層セラミックコンデンサの場合には、小型化あるいは薄型化かつ大容量化の要求が高まっている。

【0004】積層セラミックコンデンサを製造しようとする場合、典型的には、誘電体セラミック粉末、有機バ

(3)

特開2002-43161

3

インダ、可塑性および有機系または水系溶剤を混合してセラミックスラリーを作製し、このセラミックスラリーを、調剤剤としてのシリコン樹脂等によってコーティングされた、たとえばポリエステルフィルムのような支持体上で、ドクターブレード法等を適用して、たとえば厚さ数 μm のシート状となるように成形することによって、セラミックグリーンシートが作製され、次いで、このセラミックグリーンシートが乾燥される。

【0005】次に、上述したセラミックグリーンシートの主面上に、互いに間隔を隔てた複数のパターンをもって、導電性ペーストをスクリーン印刷によって付与し、これを乾燥することにより、内部回路要素としての内部電極がセラミックグリーンシート上に形成される。図7には、上述のように複数箇所分布して内部電極1が形成されたセラミックグリーンシート2の一部が平面図で示されている。

【0006】次に、セラミックグリーンシート2が支持体から剥離され、適当な大きさに切断された後、図6に一部を示すように、所定の枚数だけ積み重ねられ、さらに、この積み重ねの上下に内部電極を形成していないセラミックグリーンシートが所定の枚数だけ積み重ねられることによって、生の積層体3が作製される。

【0007】この生の積層体3は、積層方向にプレスされた後、図8に示すように、個々の積層セラミックコンデンサのための積層体チップ4となるべき大きさに切断され、次いで、脱バインダ工程を経た後、焼成工程に付され、最終的に外部電極が形成されることによって、積層セラミックコンデンサが完成される。

【0008】このような積層セラミックコンデンサにおいて、その小型化あるいは薄型化かつ大容量化に対する要求を満足させるためには、セラミックグリーンシート2および内部電極1の積層数の増大およびセラミックグリーンシート2の薄層化を図ることが必要となってくる。

【0009】しかしながら、上述のような多層化および薄層化が進めば進むほど、内部電極1の各厚みの累積の結果、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは、内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差がより顕著になり、たとえば、図8に示すように、得られた積層体チップ4の外観に関しては、その一方主面が凸状となるような変形が生じてしまう。

【0010】積層体チップ4において図8に示すような変形が生じていると、内部電極1が位置していない部分あるいは比較的小数の内部電極1しか積層方向に配列されていない部分においては、プレス工程の際に比較的大きな歪みがかちあされており、また、セラミックグリーンシート2間の密着性が劣っているため、焼成時に引き起こされる内部ストレスによって、デラミネーションや微小クラック等の欠陥が発生しやすい。

4

【0011】また、図8に示すような積層体チップ4の変形は、内部電極1を不所望に変形させる結果を招き、これによって、ショート不良が生じることがある。

【0012】このような不都合は、積層セラミックコンデンサの信頼性を低下させる原因となっている。

【0013】上述のような問題を解決するため、たとえば、図2に示すように、セラミックグリーンシート2上の内部電極1が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成し、この段差吸収用セラミックグリーン層5によって、セラミックグリーンシート2上での内部電極1の厚みによる段差を実質的になくすることが、たとえば、特開昭56-94719号公報、特開平3-74820号公報、特開平9-106925号公報等に記載されている。

【0014】上述のように、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成することによって、図1に一部を示すように、生の積層体3aを作製したとき、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差が実質的に生じなくなり、図3に示すように、得られた積層体チップ4aにおいて、図8に示すような不所望な変形が生じにくくなる。

【0015】その結果、前述したようなデラミネーションや微小クラック等の欠陥および内部電極1の変形によるショート不良といった問題を生じにくくすることができ、得られた積層セラミックコンデンサの信頼性を高めることができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した図1ないし図3を参照して説明した方法を採用したにも関わらず、内部電極1の変形、ずれまたは歪みが生じることがある。そして、この内部電極1の変形等は、積層体チップ4aを得るためのプレス工程で生じやすいことがわかっている。

【0017】同様の問題は、積層セラミックコンデンサ以外のたとえば積層インダクタといった他の積層型セラミック電子部品においても遭遇する。

【0018】そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得る、積層型セラミック電子部品の製造方法およびこの製造方法によって得られた積層型セラミック電子部品を提供しようとするところである。

【0019】

【課題を解決するための手段】この発明は、まず、積層型セラミック電子部品の製造方法に向けられる。この製造方法では、基本的に、次のような工程が実施される。

【0020】まず、第1のセラミック粉末および第1の有機バインダを含むセラミックスラリーと、導電性ペーストと、第2のセラミック粉末および第2の有機バインダを含むセラミックペーストとがそれぞれ用意される。

【0021】次に、セラミックスラリーを成形すること

によって得られたセラミックグリーンシートと、セラミックグリーンシートの主面上にその厚みによる段差をもたらすように部分的に導電性ペーストを付与することによって形成された内部回路要素膜と、内部回路要素膜の厚みによる段差を実質的になくすようにセラミックグリーンシートの主面上であって内部回路要素膜が形成されない領域にセラミックペーストを付与することによって形成された段差吸収用セラミックグリーン層とを備える。複数の複合構造物が作製される。

【0022】次に、これら複数の複合構造物を積み重ね、かつ積層方向にプレスすることによって、生の積層体が作製される。

【0023】そして、生の積層体が凝成される。

【0024】このような基本的工程を備える、積層型セラミック電子部品の製造方法において、前述した技術的課題を解決するため、段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率が、セラミックグリーンシートの弾性率以上にされることを特徴としている。

【００２５】上述のように、殷差吸収用セラミックグリーン層の弾性率を、セラミックグリーンシート^{（１）}の弾性率以上にするため、第２の有機バインダとして、第１の有機バインダの弾性率以上の弾性率を有するものが用いられ、あるいは、第２の有機バインダとして、第１の有機バインダのガラス転移温度以上のガラス転移温度を有するものが用いられりすることができる。

【0026】また、段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率は、セラミックペーストに添加される可塑剤の添加量によって調整されることもできる。

【００２７】この発明において、上述のセラミックペーストは、少なくとも第２のセラミック粉末と第１の有機溶剤とを含む１次混合物を分散処理する１次分散工程と、１次分散工程を経た１次混合物に少なくとも上述の第２の有機バインダを加えた２次混合物を分散処理する２次分散工程と、第１の有機溶剤より高沸点の第２の有機溶剤を１次混合物および／または２次混合物に含ませる工程と、２次分散工程の後、２次混合物を加熱処理することによって、第１の有機溶剤を選択的に除去する除去工程とを経て作製されることが好ましい。

【0028】また、この発明において、第1のセラミック粉末は、第2のセラミック粉末と実質的に同じ組成を有していることが好ましい。

【0029】また、この発明の特定の実施態様において、セラミックスラリーおよびセラミックペーストにそれぞれ含まれる第1および第2のセラミック粉末は、ともに、誘電体セラミック粉末である。この場合、内部回路素子が、互いの間に静電容量を形成するように配置される内部電極であるとき、積層セラミックコンデンサを製造することができる。

【0030】また、この発明の他の特定のな実施態様において、セラミックスラリーおよびセラミックペースト

にそれぞれ含まれるセラミック粉末は、ともに、酸化物セラミック粉末である。この場合、内部回路要素が、コイル状に延びるコイル導体膜であるとき、積層インダクタを製造することができる。

【0031】この発明は、また、上述したような製造方法によって得られた、積層型セラミック電子部品にも向けられる。

[0032]

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態の説明を、積層セラミックコンデンサの製造方法について行なう。この実施形態による積層セラミックコンデンサの製造方法は、前述した図1ないし図3を参照しながら説明することができる。

【0033】この実施形態を實施するにあたり、セラミックグリーンシート2のための第1のセラミック粉末と第1の有機バインダとを含むセラミックスラリー、内部電極1のための導電性ペーストおよび段差吸収用セラミックグリーン層5のための第2のセラミック粉末と第2の有機バインダとを含むセラミックペーストがそれぞれ用意される。なお、第1および第2の有機バインダの各性質については、後述する。また、導電性ペーストも、通常、有機バインダを含んでいる。

【0034】上述のセラミックスラリーからセラミックグリーンシート2を得るため、剥離剤としてのシリコン樹脂等によってコーティングされた、たとえばポリエステルフィルムのような支持体(図示せず。)上で、セラミックスラリーがドクターブレード法等によって成形され、次いで乾燥される。セラミックグリーンシート2の各厚みは、乾燥後において、たとえば数 μm とされる。

【0135】セラミックグリーンシート2の主面上には、複数箇所に分布するように、内部電極1が乾燥後に於いてたとえば約1 μ mの厚みをもって形成される。内部電極1は、たとえば、スクリーン印刷等によって導電性ペーストを付与し、これを乾燥することによって形成される。この内部電極1は、それぞれ、所定の厚みを有していて、したがって、セラミックグリーンシート2上には、この厚みによる段差がもたらされる。

【0036】次に、上述した内部電極1の厚みによる段差を実質的になくすように、セラミックグリーンシート2の主面上であって、内部電極1が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層5が形成される。段差吸収用セラミックグリーン層5は、内部電極1のネガティブパターンをもって、前述したセラミックペーストをスクリーン印刷等によって付与することにより形成され、次いで乾燥される。

【００３７】上述した説明では、内部電極１を形成した後、段差吸収用セラミックグリーン層５を形成したが、逆に、段差吸収用セラミックグリーン層５を形成した後、内部電極１を形成するようにしてもよい。

(5)

特開2002-43161

7

【0038】上述のように、セラミックグリーンシート2上に内部電極1および段差吸収用セラミックグリーン層5が形成された、図2に示すような複合構造物6は、複数用意され、これら複合構造物6は、適当な大きさに切断され、所定の枚数だけ積み重ねられ、さらにその上下に内部電極および段差吸収用セラミックグリーン層が形成されていないセラミックグリーンシートを積み重ねることによって、図1に一部を示すような生の積層体3aが作製される。

【0039】この生の積層体3aは、積層方向にプレスされた後、図3に示すように、個々の積層セラミックコンデンサのための積層体チップ4aとなるべき大きさに切断され、次いで、脱バインダ工程を経た後、焼成工程に付され、最終的に外部電極が形成されることによって、積層コンデンサが完成される。

【0040】上述のように、段差吸収用セラミックグリーン層5を形成することによって、図1に一部を示すように、生の積層体3aにおいて、内部電極1が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは内部電極1が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差が実質的に生じなくなり、図3に示すように、積層体チップ4aにおいて、不所望な変形が生じにくくなる。その結果、得られた積層セラミックコンデンサにおいて、デラミネーションや微小クラック等の欠陥およびショート不良といった問題を生じにくくすることができる。

【0041】また、注目すべきは、段差吸収用セラミックグリーン層5の弾性率が、セラミックグリーンシート2の弾性率以上にされることである。これによって、複数の複合構造物6を積み重ね、かつプレスすることによって、生の積層体3aを得ようとするとき、段差吸収用セラミックグリーン層5がセラミックグリーンシート2よりもプレス時に変形しにくくなり、そのため、段差吸収用セラミックグリーン層5が壁となって内部電極1の変形も生じにくくなり、結果として、内部電極1のずれや歪みが生じにくくなる。このことは、上述した欠陥または不良の発生の防止に対して、より効果的に作用する。

【0042】なお、内部電極1を形成するために用いられる導電性ペーストは、導電性粉末と、溶剤と、有機バインダ等の樹脂成分とを含むが、セラミックペーストに含まれる溶剤および導電性ペーストに含まれる溶剤としては、スクリーン印刷性を考慮したとき、150℃以上の沸点を有しているものを用いることが好ましく、200℃～250℃程度の沸点を有しているものを用いることがより好ましい。150℃未満では、セラミックペーストまたは導電性ペーストが乾燥しやすく、そのため、印刷パターンのメッシュの目詰まりが生じやすく、他方、250℃を超えると、印刷塗膜が乾燥しにくく、そのため、乾燥に長時間要するためである。

8

【0043】セラミックスラリー、セラミックペーストおよび導電性ペーストに含まれる溶剤が有機溶剤である場合、このような有機溶剤の例としては、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、アセトン等のケトン類、トルエン、ベンゼン、キシレン、ノルマルヘキサン等の炭化水素類、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、アミルアルコール等のアルコール類、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソブチル等のエステル類、ジイソプロピルケトン、エチルセルソルブ、ブチルセルソルブ、セルソルブアセテート、メチルセルソルブアセテート、ブチルカルビトール、シクロヘキサンオール、パイン油、ジヒドロテルピネオール、イソホロン、テルピネオール、シプロピレングリコール、ジメチルフタレート等のケトン類、エステル類、炭化水素類、アルコール類、塩化メチレン等の塩化炭化水素類、およびこれらの混合物が挙げられる。

【0044】また、有機バインダとしては、それぞれ、室温において、前述した溶剤に溶解するものが良い。このような有機バインダとしては、たとえば、ポリビニルブチラール、ポリブチルブチラール等のポリアセタール類、ポリ(メタ)アクリル酸エステル類、エチルセルロース等の変性セルロース類、アルキッド類、ビニリデン類、ポリエーテル類、エポキシ樹脂類、ウレタン樹脂類、ポリアミド樹脂類、ポリイミド樹脂類、ポリアミドイミド樹脂類、ポリエステル樹脂類、ポリサルホン樹脂類、液晶ポリマー類、ポリイミダゾール樹脂類、ポリオキサジン樹脂類等がある。

【0045】段差吸収用セラミックグリーン層5の弾性率が、セラミックグリーンシート2の弾性率以上にされるようにするため、上述の有機バインダの中から、各々の弾性率またはガラス転移温度に基づいて、セラミックグリーンシート2の成形のためのセラミックスラリーに含ませるべき第1の有機バインダと、段差吸収用セラミックグリーン層5の形成のためのセラミックペーストに含ませるべき第2の有機バインダとを、それぞれ選択すればよい。

【0046】有機バインダとして上に例示したポリビニルブチラールは、ポリビニルアルコールとブチルアルデヒドとの縮合によって得られるものであり、アセチル基が6モル%以下で、ブチラール基が62～82モル%の低重合品、中重合品および高重合品がある。セラミックペーストにおいて第1の有機バインダとして用いられるポリビニルブチラールは、有機溶剤に対する溶解粘度および乾燥塗膜の強靱性のバランスから、ブチラール基が65モル%程度の中重合品であることが好ましい。

【0047】なお、特に、段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストを製造するにあたっては、次のような方法が採用されることが好ましい。

【0048】すなわち、有機溶剤として、比較的高沸点の第1の有機溶剤と比較的低沸点の第2の有機溶剤が用

(6)

特開2002-43161

9

いられ、少なくとも第2のセラミック粉末と第2の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、この1次分散工程を経た1次混合物に少なくとも第2の有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程とが実施される。なお、第1の有機溶剤は、1次分散工程の段階または2次分散工程の段階、あるいは1次分散工程の段階および2次分散工程の段階の双方で添加される。そして、最終的に、2次分散工程の後、2次混合物を加熱処理することによって、第2の有機溶剤が選択的に除去される。

【0049】このように、1次分散工程では、第2の有機バインダを未だ加えていないので、低粘度下での分散処理を可能とし、そのため、第2のセラミック粉末の分散性を高めることが容易である。この1次分散工程では、第2のセラミック粉末の表面に吸着している空気が第2の有機溶剤で置換され、第2のセラミック粉末を第2の有機溶剤で十分に濡らした状態とすることができるとともに、第2のセラミック粉末の凝集状態を十分に解砕することができる。

【0050】また、2次分散工程では、上述のように、1次分散工程で得られた第2のセラミック粉末の高い分散性を維持したまま、第2の有機バインダを十分かつ均一に混合させることができ、また、第2のセラミック粉末のさらなる粉碎効果も期待できる。

【0051】また、第2の有機溶剤の除去が、2次分散工程の後に実施されるので、2次分散工程の段階においても、2次混合物の粘度を比較的低くしておくことが可能であり、したがって、分散効率を比較的高く維持しておくことができるとともに、前述したような2次分散工程の段階で加えられる第2の有機バインダの溶解性を高めることができる。

【0052】なお、上述した第2の有機溶剤としては、第1の有機溶剤の沸点との関係を考慮しながら、たとえば、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、アセトン、トルエン、ベンゼン、メタノール、エタノール、イソプロパノール、酢酸エチル、酢酸イソブチル、酢酸ブチル、およびこれらの混合物を有利に用いることができる。

【0053】また、セラミックグリーンシート2のためのセラミックスラリーに含まれる第1のセラミック粉末は、段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストに含まれる第2のセラミック粉末と実質的に同じ組成を有するものであることが好ましい。段差吸収用セラミックグリーン層5とセラミックグリーンシート2との間で焼結性を一致させるためである。

【0054】なお、上述の実質的に同じ組成を有するとは、主成分が同じであるということである。たとえば、微量添加金属酸化物やガラス等の副成分が異なっても、実質的に同じ組成を有するということができる。また、セラミックグリーンシート2に含まれるセラミック粉末

10

が、許容容置の温度特性についてJIS規格で規定するB特性およびEIA規格で規定するX7R特性を満足する範囲のものであれば、段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストに含まれるセラミック粉末も、主成分が同じでB特性およびX7R特性を満足するものであれば、副成分が違っていてもよい。

【0055】また、セラミックグリーンシート2のためのセラミックスラリーや段差吸収用セラミックグリーン層5のためのセラミックペーストにおいて、必要に応じて、分散剤、可塑剤、帯電防止剤、消泡剤等が添加されてもよい。なお、段差吸収用セラミックグリーン層5の弾性率は、セラミックペーストに添加される可塑剤の添加量によって調整することもできる。

【0056】図4は、この発明の他の実施形態としての積層インダクタの製造方法を説明するためのものであり、図5に外観を斜視図で示した、この製造方法によって製造された積層インダクタ11に備える積層体チップ12を得るために用意される生の積層体13を構成する要素を分解して示す斜視図である。

【0057】生の積層体13は、複数のセラミックグリーンシート14、15、16、17、…、18および19を備え、これらセラミックグリーンシート14～19を積層することによって得られるものである。

【0058】セラミックグリーンシート14～19は、第1の磁性体セラミック粉末および第1の有機バインダを含むセラミックスラリーを、ドクターブレード法等によって成形し、乾燥することによって得られる。セラミックグリーンシート14～19の各厚みは、乾燥後にあって、たとえば10～30 μ mとされる。

【0059】セラミックグリーンシート14～19のうち、中間に位置するセラミックグリーンシート15～18には、以下に詳細に説明するように、コイル状に延びるコイル導体膜および段差吸収用セラミックグリーン層が形成される。

【0060】まず、セラミックグリーンシート15上には、コイル導体膜20が形成される。コイル導体膜20は、その第1の端部がセラミックグリーンシート15の端縁にまで届くように形成される。コイル導体膜20の第2の端部には、ビアホール導体21が形成される。

【0061】このようなコイル導体膜20およびビアホール導体21を形成するため、たとえば、セラミックグリーンシート15にビアホール導体21のための貫通孔をレーザまたはパンチングなどの方法により形成した後、コイル導体膜20およびビアホール導体21となる導電性ペーストを、スクリーン印刷等によって付与し、乾燥することが行なわれる。

【0062】また、上述したコイル導体膜20の厚みによる段差を実質的になくすように、セラミックグリーンシート15の主面上であって、コイル導体膜20が形成されていない領域に、段差吸収用セラミックグリーン層

11

22が形成される。段差吸収用セラミックグリーン層22は、第2の磁性体セラミック粉末および第2の有機バインダを含むセラミックペーストを、スクリーン印刷等によって付与し、乾燥することによって形成される。

【0063】次に、セラミックグリーンシート16上には、上述した方法と同様の方法によって、コイル導体膜23、ビアホール導体24および段差吸収用セラミックグリーン層25が形成される。コイル導体膜23の第1の端部は、前述したビアホール導体21を介して、コイル導体膜20の第2の端部に接続される。ビアホール導体24は、コイル導体膜23の第2の端部に形成される。

【0064】次に、セラミックグリーンシート17上には、同様に、コイル導体膜26、ビアホール導体27および段差吸収用セラミックグリーン層28が形成される。コイル導体膜26の第1の端部は、前述したビアホール導体24を介して、コイル導体膜23の第2の端部に接続される。ビアホール導体27は、コイル導体膜26の第2の端部に形成される。

【0065】上述したセラミックグリーンシート16および17の積層は、必要に応じて、複数回繰り返される。

【0066】次に、セラミックグリーンシート18上には、コイル導体膜29および段差吸収用セラミックグリーン層30が形成される。コイル導体膜29の第1の端部は、前述したビアホール導体27を介して、コイル導体膜26の第2の端部に接続される。コイル導体膜29は、その第2の端部がセラミックグリーンシート18の端部にまで届くように形成される。

【0067】なお、上述したコイル導体膜20、23、26および29の各厚みは、乾燥後において、たとえば約30 μm 程度とされる。

【0068】このようなセラミックグリーンシート14~19をそれぞれ含む複数の複合構造物を積層し、積層方向にプレスすることによって得られた生の積層体13において、各々コイル状に延びる複数のコイル導体膜20、23、26および29が、ビアホール導体21、24および27を介して順次接続されることによって、全体として複数ターンのコイル導体が形成される。

【0069】次いで、生の積層体13が焼成されることによって、図5に示す積層インダクタ11のための積層体チップ12が得られる。なお、生の積層体13は、図4では、1個の積層体チップ12を得るためのものとして図示されているが、複数の積層体チップを得るためのものとして作製され、これを切断することによって、複数の積層体チップを取り出すようにしてもよい。

【0070】次いで、図5に示すように、積層体チップ12の相対向する各端部には、前述したコイル導体膜20の第1の端部およびコイル導体膜29の第2の端部にそれぞれ接続されるように、外部電極30および31が

(7)

特開2002-43161

12

形成され、それによって、積層インダクタ11が完成される。

【0071】この積層インダクタ11の製造においても、段差吸収用セラミックグリーン層22、25、28および30の弾性率が、セラミックグリーンシート14~19の弾性率以上にされる。これによって、生の積層体13を得ようとするとき、段差吸収用セラミックグリーン層22、25、28および30がセラミックグリーンシート14~19よりもプレス時に変形しにくくなり、そのため、段差吸収用セラミックグリーン層22、25、28および30が壁となってコイル導体膜20、23、26および29の変形も生じにくくなり、結果として、コイル導体膜20、23、26および29のずれや歪みが生じにくくなる。

【0072】図1ないし図3を参照して説明した積層セラミックコンデンサまたは図4および図5を参照して説明した積層インダクタ11のような積層型セラミック電子部品において、セラミックグリーンシートあるいは段差吸収用セラミックグリーン層に含まれるセラミック粉末としては、代表的には、アルミナ、ジルコニア、マグネシア、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコ酸鉛、フェライト・マンガン等の酸化物系セラミック粉末、炭化ケイ素、窒化ケイ素、サイアロン等の非酸化物系セラミック粉末の中から適宜選択して用いることができる。粉末粒径としては、好ましくは、平均5 μm 以下、より好ましくは、1 μm の球形または粉砕状のものが使用される。

【0073】また、不純物として含まれるアルカリ金属酸化物の含有量が0.1重量%以下のチタン酸バリウムをセラミック粉末として用いる場合、このセラミック粉末に対して、微量成分として以下のような金属酸化物やガラス成分を含有させてもよい。

【0074】金属酸化物としては、酸化テルビウム、酸化ジスプロシウム、酸化ホルミウム、酸化エルビウム、酸化イットリウム、酸化マンガン、酸化コバルト、酸化ニッケル、または酸化マグネシウム等がある。

【0075】また、ガラス成分としては、 $\text{Li}_2\text{O}-(\text{Si}+\text{Ti})\text{O}_2-\text{MO}$ （ただし、MOはAl、O、またはZrO₂）、 $\text{SiO}_2-\text{TiO}_2-\text{MO}$ （ただし、MOはBaO、CaO、SrO、MgO、ZnOまたはMnO）、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-(\text{Si}+\text{Ti})\text{O}_2+\text{MO}$ （ただし、MOはAl、O、またはZrO₂）、 $\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MO}$ （ただし、MOはBaO、CaO、SrOまたはMgO）、または SiO_2 等がある。

【0076】また、図1ないし図3を参照して説明した積層セラミックコンデンサまたは図4および図5を参照して説明した積層インダクタ11において、内部電極1またはコイル導体膜20、23、26および29ならびにビアホール導体21、24および27の形成のための用いられる導電性ペーストとしては、たとえば、次のよ

(8)

特開2002-43161

13

うなものを用いることができる。

【0077】積層セラミックコンデンサにおいて用いられる導電性ペーストとしては、平均粒径が $0.02\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ 、好ましくは $0.05\sim0.5\mu\text{m}$ であって、 Ag/Pd が60重量%/40重量%～10重量%/90重量%の合金からなる導電性粉末、ニッケル金属粉末または銅金属粉末等を含み、この粉末を100重量部と、有機バインダを2～20重量部（好ましくは5～10重量部）と、焼結抑制剤としての Ag 、 Au 、 Pt 、 Ti 、 Si 、 Ni または Cu 等の金属レジネートを金属

【0078】なお、導電性ペーストにおいて用いられる金属粉末は、種々の方法によって作製されることができ、たとえば、気相法によって作製された、平均粒径100nm程度のものを用いることもできる。また、ニッケル金属粉末または銅金属粉末が用いられる場合には、

【0079】積層インダクタ11において用いられる導電性ペーストとしては、 Ag/Pd が80重量%/20重量%～100重量%/0重量%の合金または Ag からなる導電性粉末を含み、この粉末が100重量部に対して、上述した積層セラミックコンデンサのための導電性ペーストの場合と同様の有機バインダと焼結抑制剤と有機溶剤とを同様の比率で3本ロールで混練した後、同じまたは別の有機溶剤をさらに加えて粘度調整を行なうことによって得られた導電性ペーストを用いることができる。

【0080】以下に、この発明を、実験例に基づいて、より具体的に説明する。

【0081】

【実験例1】実験例1は、積層セラミックコンデンサに関するものである。

【0082】1. 誘電体セラミック粉末の準備

まず、炭酸バリウム(BaCO_3)および酸化チタン(TiO_2)を1:1のモル比となるように秤量し、ボールミルを用いて湿式混合した後、脱水乾燥させた。次

14

いで、温度1000℃で2時間仮焼した後、粉碎することによって、誘電体セラミック粉末を得た。

【0083】2. セラミックスラリーの準備およびセラミックグリーンシートの作製

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、有機バインダとしての中重合度かつ高ブチラール化度のポリビニルブチラール（弾性率：1MPa；ガラス転移温度：20℃）7重量部と、可塑剤としてDOP（フタル酸ジオクチル）3重量部と、メチルエチルケトン30重量部と、エタノール20重量部と、トルエン20重量部とを、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とともに、ボールミルに投入し、20時間、湿式混合を行なって、誘電体セラミックスラリーを得た。

【0084】そして、この誘電体セラミックスラリーに対して、ドクターブレード法を適用して、厚さ3μm（焼成後の厚みは2μm）の誘電体セラミックグリーンシートを成形した。乾燥は、80℃で、5分間行なった。

【0085】この誘電体セラミックグリーンシートの弾性率は30MPaであった。

【0086】3. 導電性ペーストの準備

$\text{Ag}/\text{Pd}=30/70$ の金属粉末100重量部と、エチルセルロース4重量部と、アルキッド樹脂2重量部と、 Ag 金属レジネート3重量部（ Ag として17.5重量部）と、ブチルカルビトールアセテート35重量部とを、3本ロールで混練した後、テルビネオール35重量部を加えて粘度調整を行なった。

【0087】4. 段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの準備

一試料1ないし4（実施例）ならびに試料5（比較例）

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、テルビネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とに、表1に示す添加量（重量部）をもって、可塑剤としてのDOPを添加し、これらを、自動乳鉢にて混合した後、3本ロールにて良く混練し、誘電体セラミックペーストを得た。

【0088】

【表1】

(9)

特開2002-43161

15

16

	実施例				比較例
試料番号	1	2	3	4	5
可塑剤添加量 (重量部)	0	1	3	5	7
弾性率 (MPa)	800	150	70	30	10
分散度	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
印刷厚み (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	1.5	1.5	1.3	1.5	1.7
構造欠陥 不良率(%)	8	9	10	12	90

【0089】前述した誘電体セラミックグリーンシート
の弾性率である30MPaと比べると、誘電体セラミ
ックペーストによって形成される段差吸収用誘電体セラミ
ックグリーン層の弾性率は、表1に示すように、実施例
となる試料6ないし9では、30MPa以上であり、比
較例となる試料5では、30MPa未満である。

【0090】-試料6ないし9（実施例）ならびに試料
10（比較例）-

*先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、テ
ルビネオール40重量部と、表2に示す弾性率を有する
各種有機バインダ7重量部とを、自動乳鉢にて混合した
後、3本ロールにて良く混練し、誘電体セラミックペ
ーストを得た。

【0091】

【表2】

*20

	実施例				比較例
試料番号	6	7	8	9	10
有機バインダ 種類	エポキシ樹脂 樹脂	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ポリアクリル酸 エステル	ポリ 樹脂
バインダ弾性率 (MPa)	30	10	5	1	0.5
分散度	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
印刷厚み (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra (μm)	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5
構造欠陥 不良率(%)	8	10	12	14	90

【0092】前述した誘電体セラミックグリーンシート
のための誘電体セラミックスラリーに含まれるポリビニ
ルブチラールの弾性率である1MPaと比べると、誘電
体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダの弾
性率は、表2に示すように、実施例となる試料6ないし
9では、1MPa以上であり、比較例となる試料10で
は、1MPa未満である。

【0093】-試料11ないし14（実施例）ならびに
試料15（比較例）-

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、沸
点79.6℃のメチルエチルケトン70重量部と、沸点
220℃のテルビネオール30重量部と、直径1mmの
ジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入
し、1次分散工程として、16時間、湿式混合を行なっ

た。次に、同じボットに、沸点220℃のテルビネオー
ル10重量部と、表3に示す各ガラス転移温度を有する
各種有機バインダ5重量部とを添加し、2次分散工程と
して、これらをさらに16時間混合することによって、
セラミックスラリー混合物を得た。

【0094】次いで、上述のセラミックスラリー混合物を
、60℃の温浴中でエバポレータにより2時間減圧蒸
留することにより、メチルエチルケトンを完全に除去し
て、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調
整のために、テルビネオール10～20重量部添加し
て、自動乳鉢により分散・調整した。

【0095】

【表3】

(10)

特開2002-43161

17

18

試料番号	実施例				比較例
	11	12	13	14	15
ガラス転移温度(℃)	135	80	60	20	10
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み(μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
製造欠陥不良率(%)	2	2	3	4	10

【0096】前述した誘電体セラミックグリーンシートのための誘電体セラミックスラリーに含まれるポリビニルブチラールのガラス転移温度である20℃と比べると、誘電体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダのガラス転移温度は、表3に示すように、実施例となる試料11ないし14では、20℃以上であり、比較例となる試料15では、20℃未満である。

【0097】-試料16ないし19（実施例）ならびに試料20（比較例）-

先に準備した誘電体セラミック粉末100重量部と、沸点79.6℃のメチルエチルケトン70重量部と、沸点220℃のテルビネオール30重量部と、直径1mmのジルコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、1次分散工程として、16時間、湿式混合を行なっ*

た。次に、同じポットに、沸点220℃のテルビネオール10重量部と、表4に示す弾性率を有する各種有機バインダ7重量部とを添加し、2次分散工程として、これらをさらに16時間混合することによって、セラミックスラリー混合物を得た。

【0098】次いで、上述のセラミックスラリー混合物を、60℃の湯浴中でエバポレータにより2時間減圧蒸留することにより、メチルエチルケトンを完全に除去して、誘電体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整のために、テルビネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0099】

【表4】

試料番号	実施例				比較例
	16	17	18	19	20
有機バインダ種類	エポキシ樹脂	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	ウレタン樹脂
バインダ弾性率(MPa)	30	10	5	1	0.5
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み(μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ra(μm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
製造欠陥不良率(%)	2	2	4	6	10

【0100】前述した誘電体セラミックグリーンシートのための誘電体セラミックスラリーに含まれるポリビニルブチラールの弾性率である1MPaと比べると、誘電体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダの弾性率は、表4に示すように、実施例となる試料16ないし19では、1MPa以上であり、比較例となる試料20では、1MPa未満である。

【0101】5. 積層セラミックコンデンサの作製
先に用意した誘電体セラミックグリーンシートの主面上に内部電極を形成するため、導電性ペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。なお、内部電極の寸法、形状および位置は、後の工程で得られる積層体チップに適合するように設定した。次に、誘電体セラミックグリーンシートの主面上に段差吸収用セラミックグ

リーン層を形成するため、試料1ないし20に係る各誘電体セラミックペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。内部電極および段差吸収用セラミックグリーン層の各厚みは、乾燥後において、1.5μm（焼成後の厚みは0.8μm）になるようにした。

【0102】次に、上述のように内部電極および段差吸収用セラミックグリーン層を形成している500枚の誘電体セラミックグリーンシートを、内部電極等が付与されていない20枚の誘電体セラミックグリーンシートで挟み込むように積み重ねて、生の積層体を作製し、この積層体を、80℃で1000Kg/cm²の加圧条件下で熱プレスした。

【0103】次に、焼成後において長さ3.2mm×幅1.6mm×厚み1.6mmの寸法となるように、上述

(11)

特開2002-43161

19

29

の生の積層体を切断刃にて切断することによって、複数の積層体チップを得た。

【0104】次に、シリコニア粉末が少量散布された焼成用セッター上に、上述の複数の積層体チップを整列させ、室温から250℃まで24時間かけて昇温させ、有機バインダを除去した。次に、積層体チップを、焼成炉に投入し、最高1300℃で約20時間のプロファイルにて焼成を行なった。

【0105】次に、得られた焼結体チップをバレルに投入し、端面研磨を施した後、焼結体の両端部に外部電極を設けて、試料となる積層セラミックコンデンサを完成させた。

【0106】6. 特性の評価

上述した試料1ないし20に係るセラミックペーストおよび積層セラミックコンデンサについて、各種特性を評価した。その結果が前掲の表1ないし表4に示されている。

【0107】表1ないし表4における特性評価は、次のように行なった。

【0108】「分散度」：セラミック粉末の粒度分布を光回折式粒度分布測定装置を用いて測定し、得られた粒度分布から算出した。すなわち、先に準備したセラミック粉末を、超音波ホモジナイザーを用いて水中で分散させ、粒径がこれ以上小さくならないところまで超音波を印加し、そのときのD90の粒径を記録して、これを限界粒径とした。他方、セラミックペーストをエタノール中で希釈し、粒度分布のD90の粒径を記録して、これをペーストの粒径とした。そして、

分散度 = (ペーストの粒径 / 限界粒径) - 1

の式に基づき、分散度を算出した。この分散度は、数値が+であれば、値が0に近いほど、分散性が良いことを示し、数値が-であれば、絶対値が大きいほど、分散性が良いことを示している。

【0109】「印刷厚み」：96%アルミナ基板上に、400メッシュで厚み50μmのステンレス鋼製スクリーンを用いて、乳剤厚み20μmで印刷し、80℃で10分間乾燥することにより、評価用印刷塗膜を形成し、その厚みを、比接触式のレーザ表面粗さ計による測定結果から求めた。

【0110】「Ra（表面粗さ）」：上記「印刷厚み」の場合と同様の評価用印刷塗膜を形成し、その表面粗さRa、すなわち、うねりを平均化した中心線と粗さ曲線との偏差の絶対値を平均化した値を、比接触式のレーザ表面粗さ計による測定結果から求めた。

【0111】「構造欠陥不良率」：得られた積層セラミックコンデンサのための焼結体チップの外観検査、超音波頭取鏡による検査で異常が見られた場合、研磨により内部の構造欠陥を確認し、（構造欠陥のある焼結体チップ数）／（焼結体チップの総数）を構造欠陥不良率とした。

【0112】表1において、実施例となる試料1～4と比較例となる試料5との間で比較すると、誘電体セラミックグリーンシート（の弾性率である30MPa以上である弾性率を有するように可塑剤の添加量が抑制された誘電体セラミックペースト）からなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料1～4に係る積層セラミックコンデンサによれば、30MPa未満の弾性率をもたらすように可塑剤が多く添加された誘電体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料5に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることができるとの。

【0113】また、表2および表4において、実施例となる試料6～9および試料16～19と比較例となる試料10および試料20との間で比較すると、誘電体セラミックグリーンシート（のための誘電体セラミックスラリーに含まれる有機バインダの弾性率である1MPa以上である弾性率を有する有機バインダを含む誘電体セラミックペースト）からなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料6～9および試料16～19に係る積層セラミックコンデンサによれば、1MPa未満の弾性率を有する有機バインダを含む誘電体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料10および試料20に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることができるとの。

【0114】また、表3において、実施例となる試料11～14と比較例となる試料15との間で比較すると、誘電体セラミックグリーンシート（のための誘電体セラミックスラリーに含まれる有機バインダのガラス転移温度である20℃以上であるガラス転移温度を有する有機バインダを含む誘電体セラミックペースト）からなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料11～14に係る積層セラミックコンデンサによれば、20℃未満のガラス転移温度を有する有機バインダを含む誘電体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料15に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることができるとの。

【0115】このように、段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率が、セラミックグリーンシートの弾性率以上にされることにより、複数の複合構造物を積み重ね、かつプレスすることによって、生の積層体を得ようとするとき、段差吸収用セラミックグリーン層がセラミックグリーンシートよりもプレス時に変形しにくくなり、そのため、段差吸収用セラミックグリーン層が壁となって内部電極の変形も生じにくくなり、結果として、内部電極のずれや歪みが生じにくくなっていることがわかる。

【0116】また、表1および表2と表3および表4と

(12)

特開2002-43161

21

22

を比較すれば、1次分散工程と2次分散工程とを採用し、2次分散工程において有機バインダを添加した、表3および表4に示した試料11～20によれば、このようなことを行なわなかった表1および表2に示した試料1～10に比べて、より優れた分散性を得ることができ、また、表面粗さおよび構造欠陥不良率の各項目においてもより良好な結果を示していることがわかる。

【0117】

【実施例2】実施例2は、積層インダクタに関するものである。

【0118】1. 磁性体セラミック粉末の準備

まず、酸化第二鉄が49.0モル％、酸化亜鉛が29.0モル％、酸化ニッケルが14.0モル％、および酸化銅が8.0モル％となるように秤量し、ボールミルを用いて湿式混合した後、脱水乾燥させた。次いで、750℃で1時間仮焼した後、粉碎することによって、磁性体セラミック粉末を得た。

【0119】2. セラミックスラリーの準備およびセラミックグリーンシートの作製

先に準備した100重量部の磁性体セラミック粉末と、0.5重量部のマレイン酸共重合体からなる分散剤と、30重量部のメチルエチルケトンおよび20重量部のトルエンからなる溶剤とを、直径1mmのシリコニア製玉石600重量部とともに、ボールミルに投入し、4時間、撹拌した後、有機バインダとしての中重合度かつ高ブチラール化度の7重量部のポリビニルブチラール（弾性率：1MPa；ガラス転移温度：20℃）と、可塑剤としての3重量部のDOP（フタル酸ジオクチル）と、*

*20重量部のエタノールとを添加し、20時間、湿式混合を行なって、磁性体セラミックスラリーを得た。

【0120】そして、この磁性体セラミックスラリーに対して、ドクターブレード法を適用して、厚さ20μm（焼成後の厚みは15μm）の磁性体セラミックグリーンシートを成形した。乾燥は、80℃で、5分間行なった。

【0121】この磁性体セラミックグリーンシートの弾性率は20MPaであった。

10 【0122】3. 導電性ペーストの準備

Ag金属粉末80重量部と、Pd金属粉末20重量部と、エチルセルロース4重量部と、アルキッド樹脂2重量部と、ブチルカルビトール35重量部とを、3本ロールで混練した後、テルビネオールを35重量部加えて粘度調整を行なって、導電性ペーストを得た。

【0123】4. 段差吸収用セラミックグリーン層のためのセラミックペーストの準備

—試料21ないし24（実施例）ならびに試料25（比較例）—

20 先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、テルビネオール40重量部と、エチルセルロース樹脂5重量部とに、表5に示す添加量（重量部）をもって、可塑剤としてのDOPを添加し、これらを、自動乳鉢にて混合した後、3本ロールにて良く混練し、磁性体セラミックペーストを得た。

【0124】

【表5】

試料番号	実施例				比較例
	21	22	23	24	25
可塑剤添加量 (重量部)	0	1	3	6	7
弾性率 (MPa)	800	100	80	20	8
分散度	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra(μm)	1.0	1.0	1.4	1.6	1.8
構造欠陥 不良率(%)	7	6	8	10	70

【0125】前述した磁性体セラミックグリーンシートの弾性率である20MPaと比べると、磁性体セラミックペーストによって形成される段差吸収用導電性セラミックグリーン層の弾性率は、表5に示すように、実施例となる試料21ないし24では、20MPa以上であり、比較例となる試料25では、20MPa未満である。

【0126】—試料26ないし29（実施例）ならびに

40 試料30（比較例）—

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、テルビネオール40重量部と、表6に示す弾性率を有する各種有機バインダ7重量部とを、自動乳鉢にて混合した後、3本ロールにて良く混練し、磁性体セラミックペーストを得た。

【0127】

【表6】

(13)

特開2002-43161

23

24

試料番号	実施例				比較例
	26	27	28	29	
有機バインダー	エチルセルロース樹脂	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	リネン樹脂
バインダー弾性率 (MPa)	25	8	4	1	0.5
分散度	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra (μm)	1.6	1.6	1.5	1.8	1.6
製造欠陥不良率 (%)	7	8	10	12	70

【0128】前述した磁性体セラミックグリーンシートのための磁性体セラミックスラリーに含まれるポリビニルブチラルの弾性率である1MPaと比べると、磁性体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダーの弾性率は、表2に示すように、実施例となる試料26ないし29では、1MPa以上であり、比較例となる試料30では、1MPa未満である。

【0129】-試料31ないし34（実施例）ならびに 20 試料35（比較例）-

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、沸点79.6℃のメチルエチルケトン70重量部と、沸点220℃のテルビネオール30重量部と、直径1mmのシリコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、1次分散工程として、16時間、湿式混合を行なっ

た。次に、同じボットに、沸点220℃のテルビネオール10重量部と、表7に示す各ガラス転移温度を有する各種有機バインダー5重量部とを添加し、2次分散工程として、これらをさらに16時間混合することによって、セラミックスラリー混合物を得た。

【0130】次いで、上述のセラミックスラリー混合物を、60℃の温浴中でエバポレータにより2時間減圧蒸留することにより、メチルエチルケトンを完全に除去して、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルビネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0131】

【表7】

試料番号	実施例				比較例
	31	32	33	34	
ガラス転移温度(℃)	155	80	50	80	10
分散度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
製造欠陥不良率 (%)	1	1	2	3	8

【0132】前述した磁性体セラミックグリーンシートのための磁性体セラミックスラリーに含まれるポリビニルブチラルのガラス転移温度である20℃と比べると、磁性体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダーのガラス転移温度は、表7に示すように、実施例となる試料31ないし34では、20℃以上であり、比較例となる試料35では、20℃未満である。

【0133】-試料36ないし39（実施例）ならびに 40 試料40（比較例）-

先に準備した磁性体セラミック粉末100重量部と、沸点79.6℃のメチルエチルケトン70重量部と、沸点220℃のテルビネオール30重量部と、直径1mmのシリコニア製玉石600重量部とを、ボールミルに投入し、1次分散工程として、16時間、湿式混合を行なっ

た。次に、同じボットに、沸点220℃のテルビネオール10重量部と、表8に示す弾性率を有する各種有機バインダー7重量部とを添加し、2次分散工程として、これらをさらに16時間混合することによって、セラミックスラリー混合物を得た。

【0134】次いで、上述のセラミックスラリー混合物を、60℃の温浴中でエバポレータにより2時間減圧蒸留することにより、メチルエチルケトンを完全に除去して、磁性体セラミックペーストを得た。次いで、粘度調整用のために、テルビネオール10～20重量部添加して、自動乳鉢により分散・調整した。

【0135】

【表8】

(14)

特開2002-43161

25

26

試料番号	実施例				比較例
	36	37	38	39	40
有機バインダの種類	エチルセルロース樹脂	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	ポリアクリル酸エステル	ウレタン樹脂
バインダ弾性率 (MPa)	20	10	5	1	0.5
分散量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
印刷厚み (μm)	20	20	20	20	20
Ra (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
製造欠陥不良率 (%)	1	1	3	4	8

【0136】前述した磁性体セラミックグリーンシートのための磁性体セラミックスラリーに含まれるポリビニルブチラルの弾性率である1MPaと比べると、磁性体セラミックペーストに含まれる各種有機バインダの弾性率は、表8に示すように、実施例となる試料36ないし39では、1MPa以上であり、比較例となる試料40では、1MPa未満である。

【0137】5. 積層インダクタの作製

複数の磁性体セラミックグリーンシートの積層後にコイル状に延びるコイル導体が形成できるように、先に用意した磁性体セラミックグリーンシートの所定の位置に、ビアホール導体のための貫通孔を形成するとともに、磁性体セラミックグリーンシートの主面上にコイル導体膜および貫通孔内にビアホール導体を形成するため、導電性ペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。次に、磁性体セラミックグリーンシート上に、段差吸収用磁性体セラミックグリーン層を形成するため、磁性体セラミックペーストをスクリーン印刷し、80℃で10分間乾燥した。コイル導体膜および段差吸収用磁性体セラミックグリーン層の各厚みは、乾燥後において、30 μm （焼成後の厚みは20 μm ）になるようにした。

【0138】次に、上述のようにコイル導体膜およびビアホール導体ならびに段差吸収用セラミックグリーン層を形成している9枚の磁性体セラミックグリーンシートを、コイル導体が形成されるように重ねるとともに、その上下にコイル導体膜等を形成していない6枚の磁性体セラミックグリーンシートを重ねて、生の積層体を作製し、この積層体を、80℃で1000Kg/cm²の加圧下で熱プレスした。

【0139】次に、焼成後において長さ1.0mm×幅0.5mm×厚み0.5mmの寸法となるように、上述の生の積層体を切断刃にて切断することによって、複数の積層体チップを得た。

【0140】次に、シリコニア粉末が少量散布された焼成用セッター上に、上述の複数の積層体チップを整列させ、室温から250℃まで24時間かけて昇温させ、有機バインダを除去した。次に、積層体チップを、焼成炉

に投入し、最高970℃で約20時間のプロファイルにて焼成を行なった。

【0141】次に、得られた焼結体チップをバレルに投入し、端面研磨を施した後、焼結体の両端部に主成分が銀である外部電極を設けて、試料となるチップ状の積層インダクタを完成させた。

【0142】6. 特性の評価

20 上述した試料に係る積層インダクタについて、実施例1の場合と同様の要領で、分散度、印刷厚み、Ra（表面粗さ）および構造欠陥不良率を評価した。その結果が前掲の表5ないし表8に示されている。

【0143】表5において、実施例となる試料21～24と比較例となる試料25との間で比較すると、磁性体セラミックグリーンシートの弾性率である20MPa以上である弾性率を有するように可塑性の添加量が抑制された磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料21～24に係る積層セラミックコンデンサによれば、20MPa未満の弾性率をもたらすように可塑性が多く添加された磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料25に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることができ

る。

【0144】また、表6および表8において、実施例となる試料26～29および試料36～39と比較例となる試料30および試料40との間で比較すると、磁性体セラミックグリーンシートのための磁性体セラミックスラリーに含まれる有機バインダの弾性率である1MPa以上である弾性率を有する有機バインダを含む磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料26～29および試料36～39に係る積層セラミックコンデンサによれば、1MPa未満の弾性率を有する有機バインダを含む磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料30および試料40に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることが

(15)

特開2002-43161

27

28

できる。

【0145】また、表7において、実施例となる試料31～34と比較例となる試料35との間で比較すると、磁性体セラミックグリーンシートのための磁性体セラミックスラリーに含まれる有機バインダのガラス転移温度である20℃以上であるガラス転移温度を有する有機バインダを含む磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された実施例としての試料31～34に係る積層セラミックコンデンサによれば、20℃未満のガラス転移温度を有する有機バインダを含む磁性体セラミックペーストからなる段差吸収用セラミックグリーン層をもって構成された比較例としての試料35に係る積層セラミックコンデンサに比べて、構造欠陥不良率が大幅に低減されることができる。

【0146】また、表5および表6と表7および表8とを比較すれば、1次分散工程と2次分散工程とを採用し、2次分散工程において有機バインダを添加した、表7および表8に示した試料31～40によれば、このようなことを行なわなかった表5および表6に示した試料21～30に比べて、より優れた分散性を得ることができ、また、表面粗さおよび構造欠陥不良率の各項目においてもより良好な結果を示していることがわかる。

【0147】このように、実験例2による積層インダクタの場合にも、実験例1による積層セラミックコンデンサの場合と同様の傾向が現れる。

【0148】以上、この発明に係るセラミックペーストに含まれるセラミック粉末として、誘電体セラミック粉末または磁性体セラミック粉末が用いられる場合について説明したが、この発明では、用いられるセラミック粉末の電気的特性に左右されるものではなく、したがって、たとえば、絶縁体セラミック粉末あるいは圧電体セラミック粉末等を用いても、同様の効果を期待できるセラミックペーストを得ることができる。

【0149】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、段差吸収用セラミックグリーン層を形成することによって、生の積層体において、内部電極やコイル導体膜のような内部回路要素膜が位置する部分とそうでない部分との間、あるいは内部回路要素膜が積層方向に比較的多数配列されている部分とそうでない部分との間での厚みの差を実質的に生じなくすることができるとともに、段差吸収用セラミックグリーン層の弾性率が、セラミックグリーンシートの弾性率以上にされるので、複数の複合構造物を積み重ね、かつプレスすることによって、生の積層体を得ようとするとき、段差吸収用セラミックグリーン層がセラミックグリーンシートよりもプレス時に変形しにくくなり、そのため、段差吸収用セラミックグリーン層が壁となって内部回路要素膜の変形も生じにくくなり、結果として、内部回路要素膜のずれや歪みが生じにくくすることができる。

【0150】したがって、得られた積層型セラミック電子部品において、デラミネーションや微小クラック等の欠陥およびショート不良といった問題を生じにくくすることができる。

【0151】それゆえ、積層型セラミック電子部品を製造するために用いられるセラミックグリーンシートを有利に薄層化することができる。このような薄層化が進んでも、欠陥の生じにくいかつ信頼性の高い積層型セラミック電子部品を実現することができる。また、内部電極やコイル導体膜のような内部回路要素膜の厚肉化に対しても構造欠陥の生じにくいかつ信頼性の高い積層型セラミック電子部品を実現することができる。

【0152】このように、この発明によれば、積層型セラミック電子部品の小型化あるいは薄層化かつ軽量化の要求に十分に対応することが可能となり、この発明が積層セラミックコンデンサに適用された場合、積層セラミックコンデンサの小型化あるいは薄層化かつ大容量化を有利に図ることができる。

【0153】この発明において、上述の段差吸収用セラミックグリーン層を形成するためのセラミックペーストが、少なくともセラミック粉末と第1の有機溶剤とを含む1次混合物を分散処理する1次分散工程と、1次分散工程を経た1次混合物に少なくとも有機バインダを加えた2次混合物を分散処理する2次分散工程と、第1の有機溶剤より高沸点の第2の有機溶剤を1次混合物および/または2次混合物に含ませる工程と、2次分散工程の後、2次混合物を加熱処理することによって、第1の有機溶剤を選択的に除去する除去工程とを経て作製されることができ、このことが反映して、上述したような効果がより顕著に発揮される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にとって興味ある、かつこの発明の一実施形態による、積層セラミックコンデンサの製造方法を説明するためのもので、生の積層体3aの一部を図解的に示す断面図である。

【図2】図1に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される複合構造物6の一部を破断して示す平面図である。

【図3】図1に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される積層体チップ4aを図解的に示す断面図である。

【図4】この発明の他の実施形態による積層インダクタを製造するために用意される生の積層体13を構成する要素を分解して示す斜視図である。

【図5】図4に示した生の積層体13を焼成して得られた積層体チップ12を備える積層インダクタ11の外観を示す斜視図である。

【図6】この発明にとって興味ある従来の積層セラミックコンデンサの製造方法を説明するためのもので、生の

(15)

特開2002-43161

29

30

積層体3の一部を図解的に示す断面図である。

【図7】図6に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される内部電極1が形成されたセラミックグリーンシート2の一部を示す平面図である。

【図8】図6に示した積層セラミックコンデンサの製造方法において作製される積層体チップ4を図解的に示す断面図である。

【符号の説明】

1 内部電極（内部回路要素膜）

* 2、14～19 セラミックグリーンシート

3a、13 生の積層体

4a、12 積層体チップ

5、22、25、28、30 段差吸収用セラミックグリーン層

6 複合構造物

11 積層インダクタ（積層型セラミック電子部品）

20、23、26、29 コイル導体膜（内部回路要素膜）

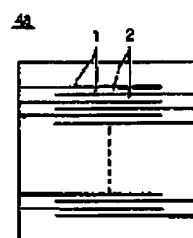
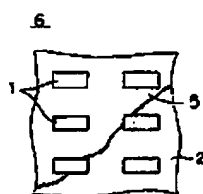
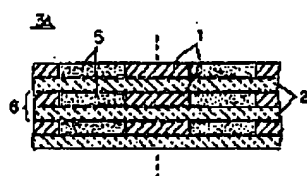
*

【図1】

【図2】

【図3】

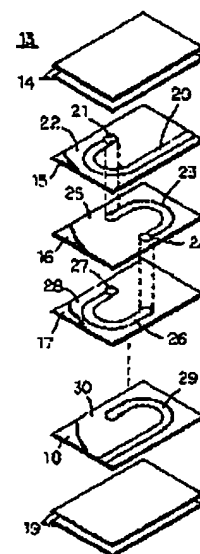
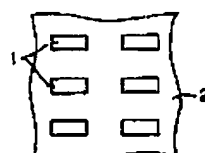
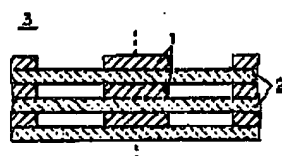
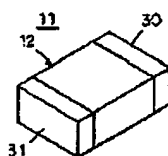
【図4】



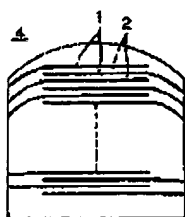
【図5】

【図6】

【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.

識別記号

F I

ターマード（参考）

C 0 4 B 35/00

H 0 1 F 41/04

C 5 E 0 6 2

H 0 1 F 17/00

H 0 1 G 4/30

3 0 1 A 5 E 0 7 0

41/04

3 0 1 E 5 E 0 8 2

H 0 1 G 4/30

3 0 1

3 1 1 F

(17)

特開2002-43161

311

B28B 11/00

Z

C04B 35/00

Y

(72)発明者 木村 幸司
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内

Fターム(参考) 4G030 AA10 AA16 AA27 AA29 AA31
 AA32 BA09 CA03 CA07 CA08
 GA14 GA15 GA16 GA17

(72)発明者 加藤 浩二
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内

4G052 DA05 DA08 DB02 DC04 DC05
 DC06
 4G054 AA06 AB01 BA02 BA32
 4G055 AA08 AB01 AC09 BA22 BA87
 BB12
 5E001 AB03 AC03 AC09 AC10 AD03
 AE00 AE02 AE03 AE04 AF06
 AH01 AH05 AH09 AJ01 AJ02
 5E062 DD04
 5E070 AA01 AB02 BA12 CB03 CB08
 CB13 CB17 CC01
 5E082 AB03 BC33 BC36 BC39 EE04
 EE23 EE26 EE35 FG06 FG22
 FG26 FG27 FG51 FG52 FG54
 HH43 JJ03 LL01 LL03 MM22
 MM24 PP06 PP10